

Der Mainau-Planetenweg

Peter Bunzel, Rottweil



© Maartje van Caspel/E+/Getty Images/Plus

Der Planetenweg auf der Insel Mainau bot einen anwendungsorientierten Einstieg in die Astronomie, auch wenn er nur im Jahr 2019 eingerichtet war, sich also nicht mehr besuchen lässt. Die Größe und Position der Planeten konnten die Schüler anhand der dort ausgestellten Planetenmodelle bestimmen. Heute kann man zwar Planetenwege in Konstanz mit Kreuzlingen besuchen. Diese sind aber längst nicht so spektakulär wie der Planetenweg auf der Mainau. Trotzdem eignet sich die Unterrichtseinheit für Projekttag, da in M 7 ein übersichtliches Modell vorgestellt wird, bei dem sich Neptun in reichlich über 700 Metern Entfernung befindet. Auch Objekte wie Pluto (Entfernung 950 m), Quaoar (1030 m) und Eris (1600 m) sind noch leicht erreichbar. Mithilfe einer Tabellenkalkulation (Excel) bewältigen Ihre Schüler Berechnungen mit großen Zahlen.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehrpläne an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einseitig nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jegliches darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu § 60b Abs. 3 UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Prüfungsstätten (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material werden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Klett Group
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon: +49 711 62900-0
Fax: +49 711 62900-60
mailto:info@RAABE-raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Anna-Greta Wittnebel
Setz: Rösel Media GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildmaterial: Titel: © Maartje van Caspel/E+/Getty Images Plus
Korrektur: Johanna Stotz, Wyhl a. K.; Dr. Stefan Völker, Jena

Der Mainau-Planetenweg

Mittel- bzw. Oberstufe (Niveau)

Peter Bunzel, Rottweil

Der Mainau-Planetenweg – Hinweise	1
M 1 Die Größe der Planeten – Aufgaben	2
M 2 Die Position der Planeten – Aufgaben	3
M 3 Ausschnitt aus der Mainau-Karte	5
M 4 Ein Modell unseres Sonnensystems	6
M 5 Karte	7
M 6 Aufgaben	8
M 7 Ergänzungen	9
Lösungen	17

© RAABE 2020

Die Schüler lernen:

Der Planetenweg auf der Insel Mainau bot einen anwendungsorientierten Einstieg in die Astronomie. Die Größe und Position der Planeten konnten die Schüler anhand der dort aufgestellten Planetenmodelle bestimmen. Die Unterrichtseinheit eignet sich für Projekttag, da in **M 7** ein übersichtliches Modell vorgestellt wird, bei dem sich Neptun in erreichbarer (700 Metern) Entfernung befindet. Auch Objekte wie Pluto (Entfernung 930 m), Quaoar (1020 m) und Eris (1600 m) sind noch leicht erreichbar. Mithilfe einer Tabellenkalkulation (Excel) bewältigen Ihre Schüler Berechnungen mit großen Zahlen.

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

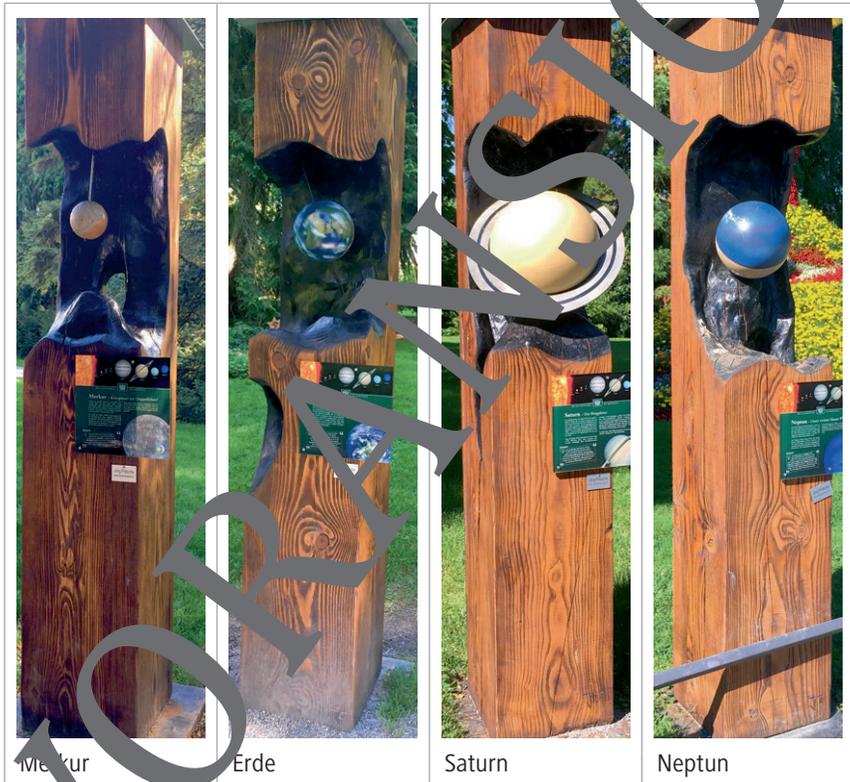
Ab = Arbeitsblatt

Thema	Material	Methode
Die Größe der Planeten – Aufgaben	M 1	Ab
Die Position der Planeten – Aufgaben	M 2	Ab
Ausschnitt aus der Mainau-Karte	M 3	Ab
Ein Modell unseres Sonnensystems	M 4	Ab
Karte	M 5	Ab
Aufgaben	M 6	Ab
Ergänzungen	M 7	Ab

Der Mainau-Planetenweg – Hinweise

Im Jahr 2019 wurde auf der Insel Mainau ein besonderer „Planetenweg“ eingerichtet. Im Internet wurde der Planetenweg folgendermaßen beschrieben:

Wir haben für Sie im wahrsten Sinne des Wortes die Planeten vom Himmel geholt: Zwischen Schloss Mainau und dem Mainau-Kinderland regnet Ihnen ein Planetenweg der anderen Art. Die acht Planeten wurden als Kunstobjekte aus Holz maßstabsgetreu gefertigt.¹



Merkur

Erde

Saturn

Neptun

Fotos: Peter Bunzel

¹ Mainau GmbH, <https://www.mainau.de/de/inseleinrichten-so-langsam-wird-es-herbst-635.html>
Infos zum Planetenweg: <https://www.holzkunstamandelsbach.de/mainau-planetenweg-2019/>

M 1 Die Größe der Planeten – Aufgaben

1. Informieren Sie sich im Internet über die Größe der Planeten.

Notieren Sie die absoluten Größen (in km).

Pluto und unser Mond sind zwar keine Planeten, aber halten Sie für spätere Vergleiche die Daten ebenfalls fest.

Legen Sie für die Berechnung der relativen Größen (und für Aufgabe 3) eine Computertabelle (z. B. Excel) an.



Hinweis:

Die Tabelle kann z. B. folgenden Aufbau haben:

Größen im Sonnensystem			
		Durchmesser (in km)	relativer Durchmesser
Merkur			
Venus			
Erde			
	Mond		
Mars			
Jupiter			
Saturn			
Uranus			
Neptun			
	Pluto		

2. Die Holzbalken, an denen die Planeten befestigt sind, sind ziemlich genau 2,50 m hoch und 10 cm breit.

Welcher Maßstab ist durch das Modell der Erde festgelegt?

3. Wie groß müssten bei einem einheitlichen Maßstab (aus Aufgabe 2) die Durchmesser von Merkur, Saturn und Neptun sein?

M 2 Die Position der Planeten – Aufgaben

Im Flyer für die Insel stand:

Das Mainau-Blumenjahr 2019: Sonne, Mond und Sterne

Eine Reise durch den Weltraum – der Mainau-Planetenweg

In diesem Jahr erwartet Sie zwischen Schloss Mainau und Spiez ein Planetenweg der etwas anderen Art. In den verhältnismäÙigen Abständen beregnen Ihnen die acht Planeten als Kunstobjekte und bieten wertvolle Einblicke in die direkte Nachbarschaft unserer Erde. Auf der Insel Mainau steht natürlich das Schloss im Mittelpunkt des Geschehens, weshalb wir den kürzeren Land zur Sonne umfunktioniert haben.³

Auf einer Info-Tafel stand zusätzlich noch:

Da unsere Planeten wie ihre großen Vorbilder auf Bahnen angeordnet sind und nicht in einer Reihe hintereinander liegen, gilt: Wer sucht, der findet! Können Sie auf Ihrem Weg durch das Arboretum alle Planeten entdecken?

Bemerkung: Arboretum = Baumammlung.

Die Positionen der Planeten sind auf der Karte (**M 3**) des Flyers markiert, allerdings nicht mit Namensbezeichnungen, sondern mit kleinen Sternen.

Auch die Sonne ist mit einem kleinen Stern markiert.

Aufgaben

- Die Nordrichtung ist bei der Herstellung der Karte verrutscht. Überprüfen Sie mithilfe einer Karte aus dem Internet (z. B. OpenStreetMap oder Google), wie groß die Abweichung von der tatsächlichen Nordrichtung zur dargestellten Nordrichtung ist.
- Suchen Sie die Stern-Markierungen und legen Sie fest, zu welchen Planeten sie gehören. Bestimmen Sie anhand der Abbildung die Abstände der Planeten von der Sonne (in cm).

Hinweis:

Ein Planet liegt auf der anderen Seite des Schlosses, verglichen mit den übrigen Planeten. Dieser Planet ist nicht die Erde.



³ Mainau GmbH

⁴ Mainau GmbH

3. Informieren Sie sich im Internet über die (mittleren) Abstände der Planeten zur Sonne. Notieren Sie die absoluten Größen (in km) und die relativen Größen (im Verhältnis zum Abstand der Erde von der Sonne). Pluto und unser Mond sind zwar keine Planeten, aber halten Sie für spätere Vergleiche die Daten ebenfalls fest. Legen Sie für die Berechnung der relativen Größen (und für Teilaufgabe 4) eine Computer-Tabelle (z. B. Excel) an.



Hinweis:

Die Tabelle kann z. B. folgenden Aufbau haben:

Abstände im Sonnensystem			
		Abstand	relativer Abstand
		(in Millionen km)	(in AE)
Merkur			
Venus			
Erde			
	Mond		
Mars			
Jupiter			
Saturn			
Uranus			
Neptun			
	Pluto		

4. Ergänzen Sie die Tabelle aus Teilaufgabe 3 um zwei weitere Spalten:
- eine Spalte für in der Abbildung gemessene Abstände und
 - eine weitere Spalte für die daraus berechneten relativen Abstände, und füllen Sie die Spalten aus.

An sich ist die Idee der Mainau-Verwaltung für einen „Planetenweg der anderen Art“ ja schon. Eine nicht-lineare Verteilung der Planeten auf dem Gelände ist eine interessante Variante zu den üblichen Planetenwegen. Allerdings wäre es wünschenswert, für die Größe der Himmelskörper und ihre Abstände einen einheitlichen Maßstab zu verwenden.

So ein Modell unseres Sonnensystems ließe sich auf der Mainau unterbringen, wenn man für die Sonne einen Körper verwenden würde, der die Größe eines Basketballs hat. Dann wird es aber mit der künstlerischen Darstellung der Planeten schwierig, wie Sie in der Lösung von **M 4** sehen werden.

M 3 Ausschnitt aus der Mainau-Karte



© RAABE 2020

Mainau-Karte, die Nordrichtung wurde genau übernommen; © Mainau GmbH

M 4 Ein Modell unseres Sonnensystems

Sie sollen eine Tabelle für ein Modell erstellen, das für einige Objekte des Sonnensystems einen einheitlichen Maßstab für den Objekt-Durchmesser und den mittleren Bahnradius verwendet. Führen Sie auch den (nach der Sonne) nächste Fixstern Proxima Centauri auf.



Hinweis:

Die Tabelle kann z. B. folgendes Aussehen haben⁵:

Zelle F1 → **Unser Sonnensystem**

Maßstab 1 : 5802850000

	Zwerg- planeten	weitere Objekte	Durchmesser			Mittlerer Bahnradius	Modell
			(in km)	(in ED)	(in mm)	(in km) (in AE)	(in m)
→	Sonne		1392684		240,00	Basketball Gr.7	
	Merkur						
	Venus						
	Erde						
		Mond					
	Mars						
		Ceres					
	Jupiter						
	Saturn						
	Uranus						
	Neptun						
		Orcus					
		Pluto					
		Quaoar					
		Eris					

Proxima Centauri

In Zelle F6 wird die Größe des Körpers eingegeben, der die Sonne darstellt. Das ist hier ein Basketball, wie er in der NBA verwendet wird. In F1 wird der Maßstab ausgerechnet, der dann in der Spalte K verwendet wird.

Aufgaben

- Beschreiben Sie sich die folgenden Daten und erstellen Sie die Tabelle.
- Markieren Sie in der nachfolgend abgebildeten Karte (M 5, Maßstab ca. 1 : 8000) Stellen, an denen die Planetenmodelle an einem Wegrand aufgestellt werden könnten, wenn der Basketball als Modell für die Sonne an dem markierten Platz vor dem Schloss aufgestellt wird.
- Wo könnte in diesem Modell Proxima Centauri liegen?

⁵ Sonne Durchmesser nach Wikipedia

M 5 Karte



© RAABE 2020

© Open StreetMap contributors, Lizenz „ODbL 1.0“, www.openstreetmap.org/copyright

M 6 Aufgaben

Am 2. Oktober 2017 hat die NASA-Raumsonde OSIRIS-REx in einer Entfernung von etwa 5 Millionen Kilometern ein Bild von Erde und Mond aufgenommen. Die Abbildung zeigt dieses Bild.



© NASA, Quelle: <https://www.nasa.gov/image-feature/from-the-earth-moon-and-beyond>

Aufgaben

- Wie groß sollte in der Abbildung der Abstand von Erde und Mond eigentlich sein, wenn man vom Durchmesser der Erde ausgeht?
 - Wie lässt sich diese Abweichung erklären?
- Im Flyer stand, dass das Schloss („Durchmesser“: ca. 70 m) kurzerhand zur Sonne umfunktioniert worden sei. Ändern Sie in der Tabelle von **M 4** die Größe des Sonnenmodells ab und interpretieren Sie die neuen Ergebnisse.
- Welche Größen ergeben sich, wenn das Modell der Erde 20 cm groß sein soll? Interpretieren Sie die Ergebnisse.
- Man könnte ja auch die ganze Mainau (mittlerer Durchmesser: ca. 750 m) zur Sonne machen. Interpretieren Sie die Ergebnisse für diesen Fall.

M 7 Ergänzungen

1. Übersichtliches Modell des Sonnensystems

Insgesamt betrachtet ist ein Modell mit einem Basketball als Sonne recht übersichtlich. Man kann die inneren Planeten gerade noch darstellen, kann die Strecken in unserem Sonnensystem noch gut zurücklegen. Und der nächste Stern ist auch noch in einer vorstellbaren Entfernung zu finden.

Unser Sonnensystem

Maßstab 1: 6339025944

	Zwergplaneten	weitere Objekte	Durchmesser (in km)	(in ED)	(in mm)		mittlerer Abstand (in AU)	Modell (in m)
			1392684	109,18	219,70	Basketball		
			4879	0,38	0,77		57.900.000	9,13
			12104	0,95	1,91		108.200.000	17,07
			12756	1	2,01		150.000.000	23,60
		Mond	3475	0,27	0,55		384.400	0,061
		Mars	6792	0,53	1,07		227.900.000	35,95
		Ceres	952	0,0746	0,150		413.690.000	65,26
		Jupiter	142984	11,21	22,56		778.600.000	122,83
		Saturn	120536	9,45	19,01		1.433.500.000	226,14
		Uranus	51118	4,01	8,06		2.872.500.000	453,15
		Neptun	49528	3,88	7,80		4.495.100.000	709,12
		Orcus	917	0,07	0,14		5.874.792.000	926,77
		Pluto	2370	0,19	0,37		5.906.440.628	931,76
		Quaoar	1111	0,09	0,18		6.536.024.000	1031,08
		Eris	2326	0,18	0,37		10.180.122.852	1605,94

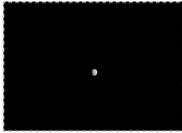
Proxima Centauri

4,01332E+13 268270,05 6331130,42

2. Die Planetenwege in Konstanz und Kreuzlingen

Vom Bodensee-Planetarium in Kreuzlingen (Schweiz) führen zwei Planetenwege nach Konstanz (Planetenweg Nord) bzw. zum Bahnhof Siegershausen (Schweiz). Von der Sonne bis zur Erde ist der Verlauf identisch, danach teilen sich die beiden Wege. Auf der Seite <https://bodensee-planetarium.ch/planetenweg.html> sind die Verläufe beschrieben, allerdings in absteigender Reihenfolge und beginnend mit Pluto (der ja nicht mehr ein vollwertiger Planet ist). Bei beiden Planetenwegen sind die Darstellungen der Planeten und der Sonne eher unspektakulär. Bei <https://www.outdooractive.com/de/route/themen/3/thurgau/planetenweg-sued-kreuzlingen/32949186/#dm=1> findet sich eine sehr gute interaktive Karte für den Planetenweg Süd. Allerdings passt die Wegführung von Jupiter bis Mars nicht zur Position des Mars (siehe übernächste Seite).

Zu M 7, Aufgabe 1: Passend zu einem Modell mit einem Basketball der Größe 5 (Durchmesser etwa 22 cm) als Sonne sind im Folgenden die Planeten abgebildet.



Merkur



Venus



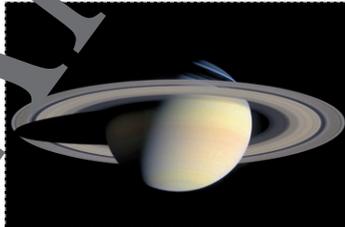
Erde Mond



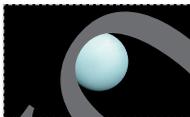
Mars



Jupiter



Saturn



Uranus



Neptun

Fotos: NASA

Zu M 7, Aufgabe 2:

Interaktive Karte für den Planetenweg Süd und Abbildung aus dem Konstanzer Hafen:



© Peter Brunzel

© Open StreetMap contributors, Lizenz „ODbL 1.0“, zu finden unter www.openstreetmap.org/copyright

3. Planetarium von Philipp Matthäus Hahn (1774)

„Philipp Matthäus Hahn (*25. November 1739 in Scharnhausen; † 2. Mai 1790 in Echterdingen) war ... Pfarrer und Ingenieur.

Für seine astronomischen Uhren und Instrumente waren teilweise umfangreiche Rechnungen nötig, sodass er begann, Rechenmaschinen zu entwerfen und zu bauen. ... Die erste Maschine baute er ab 1770. Der Prototyp wurde 1773 fertiggestellt, wurde aber erst 1778 vorgestellt, da es Probleme mit der Zuverlässigkeit des Zehnerübertrages gab.“
(Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Philipp_Matthäus_Hahn).

Im Deutschen Uhrenmuseum in Furtwangen befindet sich ein Planetarium von Hahn, das alle damals bekannten Planeten und ihre Monde sowie ihre Bewegungen zueinander darstellt.



Foto: Peter B... /Deutsches Uhrenmuseum Furtwangen

In der Abbildung sind links unten die Sonne und die inneren Planeten zu sehen, nach rechts folgt Jupiter (mit einem Teil seiner Monde). Ganz rechts liegt Saturn (mit einem Teil seiner Monde).

In der folgenden Abbildung sind die Sonne und die inneren Planeten zu sehen.



© RAABE 2020

Foto: Peter Bunzel/Deutsches Uhrenmuseum, Schwangen

Merkur steht rechts von der Sonne. Links stehen Venus und Erde (mit unserem Mond). Ganz links steht Mars. Um seine Bewegung korrekt darstellen zu können, war ein Epizykel nötig.

„Die Entfernung von der Sonne zu den Planeten ist maßstäblich gehalten, die Durchmesser der Planeten, Kugeln und die Mondabstände hingegen sind deutlich vergrößert. ... Die langsamste Bewegung vollführt Saturn, der sich alle 29,5 Jahre einmal um die Sonne dreht. (Flyer des Deutschen Uhrenmuseums: Kopernikanisches Planetarium von Philipp Matthäus Hahn, Kornwestheim 1774).“

Hahn beut mit seiner Konstruktion technisches Neuland, was ihm etliche schlaflose Nächte bescherte. In seinen Tagebüchern kann man z. B. lesen:

8. November: „Nachts der Maschine nachgedacht. Um zehn Uhr ins Bett. Ich hätte gern meine Predigt geschrieben. Allein weil mein Bruder nicht fortmachen kan, und ich zu keiner Bestimmung kommen kan, welche Art die beste sey, so bin ich würllich sehr verlegen und überhaupt über das Maschinenwesen und viele Besorgungen sehr belästiget. Gott wolle mir helfen.“

9. November: „Gantzen Tag wegen meiner Maschine nachgedacht und zu keinem Entschluss gekommen, welches mich sehr beschwerte, weil mein Bruder nicht fortmachen kann. (...) Nachts um elf Uhr ins Bett, den Vatter im Himmel gebetten, er möchte meiner Umstände eingedenck seyn und entweder mir Weisheit und Fortgang der Arbeit geben oder machen, dass ich gantz davon los werde.“

10. November: „Früh aufgestanden, aber erst gegen den Mittag den Weg gefunden. Gantzen Tag mit Riss¹ und Rechnung zugebracht und endlich den richtigen Weg gefunden. Wurde abends wider vergnügter und heiterer, weil auch die Schnuppe sich legte.“

11. November: „Morgens um ein halb acht aufgestanden. Den Riss Saturn vollends ausgemacht. Gottfriede hing an daran zu arbeiten.“

(Aus: Philipp Matthäus Hahn, Die Kornwestheimer Tagebücher 1772–1774, hrsg. v. Martin Bacht und Rudolf F. Paulus, Berlin, New York 1983) – (zitiert aus dem Flyer des Deutschen Uhrenmuseums).

¹ Riss, [technische] Zeichnung, die nach den wichtigsten Linien oder nach dem Umriss angefertigt ist (Duden)

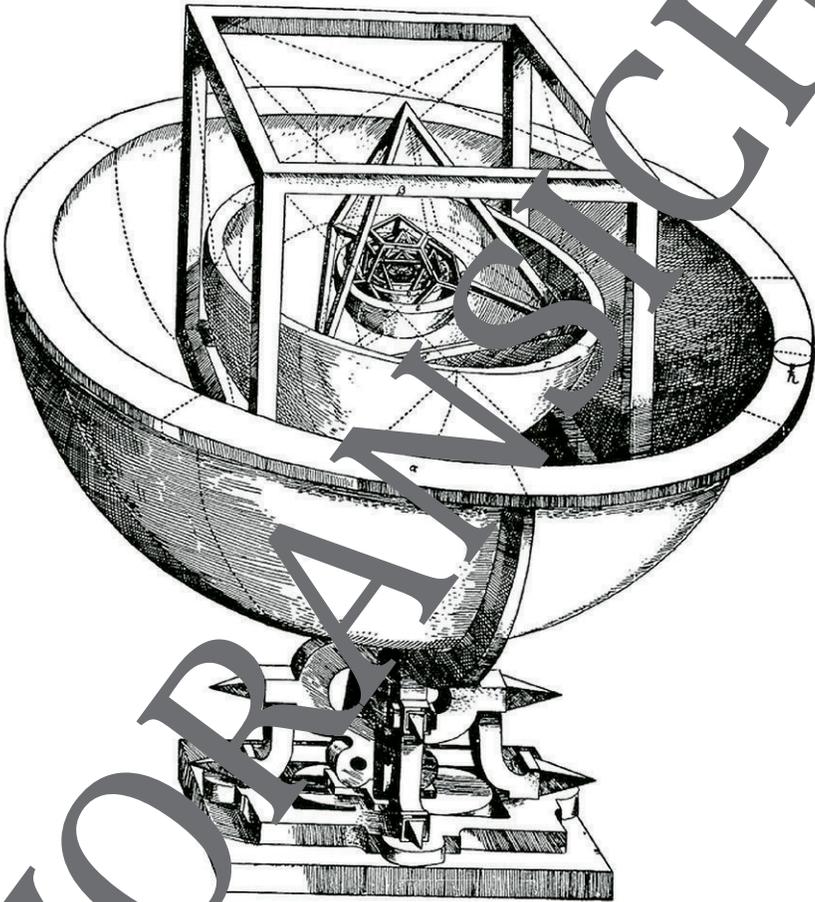
Heute: mittelhochdeutsch rīz, althochdeutsch riz = Furche, Strich, ... (Duden)



Abbildung von Hahn: https://www.leo-bw.de/web/guest/detail-/Detail/details/DOKUMENT/lmz_bilddatenbank/lmz052485/Philipp+Matthäus+Hahn+Lithographie

4. Modell des Sonnensystems von Johannes Kepler (1596)

Zwischen die Sphären, an denen sich die bis dahin bekannten 6 Planeten bewegten, hat Kepler die 5 platonischen Körper gesetzt und so versucht, die Abstände im Sonnensystem zu erklären.



© RAABE 2020

Bild: [Wikimedia/gemeinfrei](#)

Während für Hahn die Darstellung der Bewegungen der Planeten und Monde im Vordergrund stand, hat Kepler geglaubt, mit seiner „geometrischen Konstruktion den Schleier, der den göttlichen Schöpfungsplan dem Menschen verbirgt, an einer Stelle gelüftet zu haben.“⁶ Nachdem Kepler die Exzentrizitäten der Planetenbahnen berücksichtigt hatte, lieferte sein Modell eigentlich recht ordentliche Werte (wenn man den Zeitpunkt seiner Überlegungen berücksichtigt). Für die mittleren Entfernungen gilt nämlich:



Bild von Kepler: © Chad Davies. *The Scientific Odyssey*

Episode 3.19.1: Supplemental-Johannes Kepler-Searching for Harmony

	Abweichung bei der mittleren Entfernung zur Sonne
Saturn	- 1,9 %
Jupiter	- 6,5 %
Mars	- 7,4 %
Erde	0 %
Venus	- 7,3 %
Merkur	- 4,9 %

⁶ Hahn, *Lehrbuch der Physik*, Band II, Klasse 11, Wilfried Kuhn; 1989; Westermann Verlag; ISBN 3-14-152131-X, Seite 92

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de