

Die Planeten unseres Sonnensystems – vom Himmelsanblick zum Modell

Bezugnehmend auf „Die Planeten“ von Jan Hattenbach in der Zeitschrift »Sterne und Weltraum« 6/2018, Rubrik Aktuelles am Himmel, S. 60-62, Zielgruppe: Grundschule bis Mittelstufe, WIS-ID: 1421010

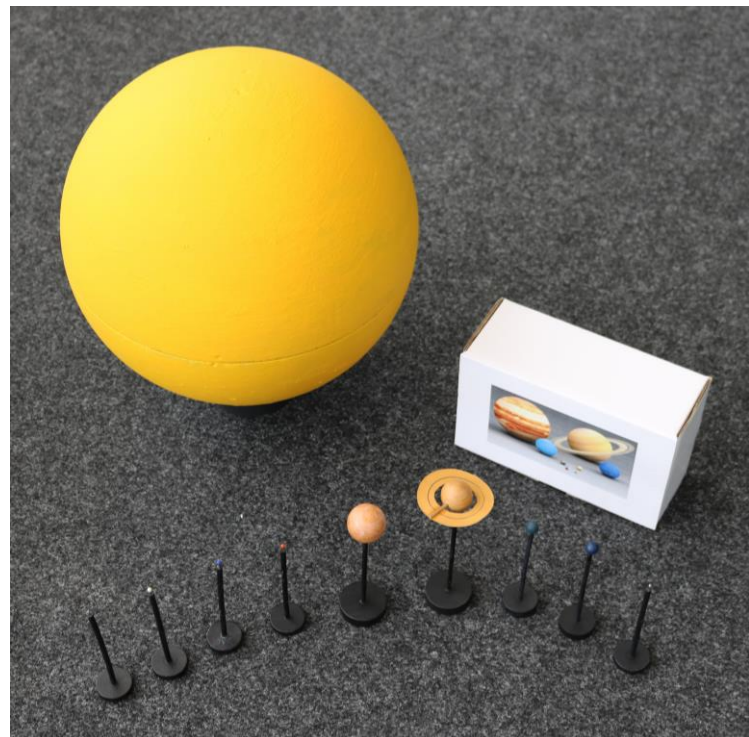
Carolin Liefke

Die Zeitschrift Sterne und Weltraum beschreibt im Abschnitt „Die Planeten“ der Rubrik Aktuelles am Himmel jeden Monat die Sichtbarkeit der Planeten unseres Sonnensystems. Die Erkenntnis dass die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn zwar auffällig helle Objekte am Dämmerungs- und Nachthimmel sind, dabei aber ohne optisches Hilfsmittel praktisch punktförmig bleiben, verblüfft viele Schülerinnen und Schüler, da Größenverhältnisse und Abstände im Sonnensystem nicht mehr direkt erfahrbar sind. Begegnet wird dem üblicherweise mit maßstabgetreuen Modellen oder entsprechenden grafischen Darstellungen, die jeweils die Größen der Planeten und ggf. ihrer Monde oder aber die Dimensionen ihrer Umlaufbahnen miteinander vergleichen. Die Verwendung unterschiedlicher Maßstäbe führt dann aber insbesondere bei jüngeren Schülern leicht zu Missverständnissen oder gar Fehlvorstellungen.

Dieses WIS-Material stellt ein **Selbstbau-Sonnensystemmodell** vor, dessen Maßstab sich sowohl für einen anschaulichen Vergleich der Größen von Sonne und Planeten bei geringem Platzbedarf anbietet, als auch eine dazu passende Demonstration der Abstände im inneren Sonnensystem im Freien ermöglicht. Es kann gegebenenfalls auch von (älteren) Schülerinnen und Schülern nachgebaut werden.

Anhand von Beispielen werden mögliche Lernziele für verschiedene Altersstufen mithilfe des Modells aufgezeigt.

Abbildung 1: Maßstabsgetreues Modell des Sonnensystems, das sich auch für den Aufbau eines mobilen Planetenwegs mit Schülergruppen im Grundschulalter sowie in der Unter- und Mittelstufe eignet.
© Carolin Liefke



Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Planeten	Aufbau des Sonnensystems, Größenverhältnisse und Abstände von Himmelskörpern, Astronomische Einheit
Physik	Mechanik	Keplersche Gesetze
Fächer- verknüpfung	Astro-Mathematik, Astro-Geo	Strahlensatz, Verhältnisgleichung und Maßstab, Winkeldurchmesser, Sonnensystem
Lehre allgemein	Kompetenzen, Unterrichtsmittel, Lehr- und Sozialformen	Anwendungen von Größenverhältnissen und Maßstab, Modelle und Modellbau, Planetensystem-Modell, Gruppenpuzzle

Es gibt eine Reihe haptischer Modelle unseres Sonnensystems, die in Form eines Orrerys oftmals sogar beweglich sind. Soll das Sonnensystem damit allerdings explizit maßstabsgetreu dargestellt werden, stößt man dabei schnell auf das Problem, dass sich die Größen und die Abstände der einzelnen Himmelskörper nur schlecht gemeinsam darstellen lassen: In einem kompakten Tischmodell wären die Planeten nicht mehr erkennbar, wenn sie zum Durchmesser ihrer jeweiligen Umlaufbahn passen müssten. Schon ein Größenvergleich der Planeten zueinander bzw. mit der Sonne ist nicht immer leicht zu bewerkstelligen. Modelle, bei denen auf deshalb auf die korrekten Verhältnisse verzichtet wird, erzeugen dann in Folge allerdings oftmals Fehlvorstellungen über die Dimensionen in unserem Sonnensystem.

Planetenwege dagegen sind per definitionem so gestaltet, dass die Abstände der Planeten zur Sonne und zueinander im richtigen Maßstab dargestellt sind. Sollen die kleinen Gesteinsplaneten beispielsweise im Modell aber gut erkennbar bleiben und eine Größe von einem Zentimeter und mehr haben, wird der Planetenweg schnell mehrere Kilometer lang und ist nur noch mit größerem Zeitaufwand zu erwandern. Einige Planetenwege greifen daher auf zwei verschiedene Maßstäbe für die Größen der Himmelskörper und die Abstände zurück, was insbesondere jüngeren Schülern und Schülern nur schwer zu vermitteln ist.

Das hier vorgestellte Sonnensystemmodell geht einen Mittelweg: Mit einem Maßstab von 1:4,7 Milliarden sind die auch die kleineren Gesteinsplaneten allesamt noch erkennbar, der Mond hingegen wird nicht mehr dargestellt. Es ließe sich prinzipiell auf einer Länge von etwa einem Kilometer komplett aufbauen, dies wird allerdings gar nicht angestrebt. Kerngedanke ist, den Aufbau der innersten Bereiche des Sonnensystems in Form eines mobilen Planetenwegs gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern sukzessive zu entwickeln.

Himmelskörper	Größe im Modell	Abstand von der Modellsonne
Sonne	30 cm	
Merkur	1 mm	12 m
Venus	3 mm	23 m
Erde	3 mm	31 m
Mars	2 mm	48 m
Jupiter	3 cm	165 m
Saturn	2,5 cm	300 m
Uranus	1 cm	600 m
Neptun	1 cm	950 m
Pluto	1 mm	1250 m
Proxima Centauri	(4,5 cm)	8600 km
Sirius	(50 cm)	18.000 km
Polaris	(11 m)	730.000 km

Tabelle 1: Übersicht über die Größen der Modellkörper und ihre Abstände von der Sonne. Bitte beachten: Die Zahlen sind großzügig gerundet und den Umständen angepasst, so müssten Merkur und Pluto eigentlich noch deutlich kleiner sein, was aber praktisch nicht machbar ist.

Die Bauform des Modells wurde ursprünglich in den 90er Jahren an der [Sternwarte Lübeck](#) entwickelt. Im 2005 habe ich ein Curriculum als Teil eines Kursmoduls zu unserem Sonnensystem im Rahmen der [Astronomie-Werkstatt an der Hamburger Sternwarte](#) für Schülerinnen und Schüler unterschiedlicher Altersstufen dazu geschaffen, das über die Jahre hinweg viele weitere Impulse aufgenommen hat, die nun an dieser Stelle zusammengefasst sind.

Bauanleitung für das Sonnensystemmodell

Der Nachbau des Modells ist relativ zeitaufwendig und erfordert den Einsatz von Bohr- und Schneidewerkzeugen, ist also gemeinsam mit jüngeren Schülerinnen und Schülern nicht sinnvoll, kann aber gut mit Schülerinnen und Schülern der Mittelstufe durchgeführt werden oder zum Beispiel als Arbeitsauftrag im Rahmen einer Projektarbeit vergeben werden.

Die für den Bau benötigten Materialien sind im Bastelbedarf erhältlich:

- eine Styroporkugel mit einem Durchmesser von 30 cm, bestehend aus zwei trennbaren Halbschalen
- eine Holzkugel mit einem Durchmesser von 3 cm für den Jupiter, gegebenenfalls durchbohrt
- eine Holzkugel mit einem Durchmesser von 2,5 cm für den Saturn, gegebenenfalls durchbohrt
- zwei Holzperlen mit einem Durchmesser von 1 cm für Uranus und Neptun
- jeweils eine Stecknadel mit buntem Kopf von 3 mm Durchmesser in weiß, blau und rot für Venus, Erde und Mars, wenn erhältlich rot mit einem Kopf von nur 2 mm Durchmesser
- eine (oder falls man Pluto mit basteln möchte: zwei) einfache Stecknadel mit kleinem, tropfenförmigen Metallkopf, wie sie häufig verpackte Herrenhemden in Form halten (sogenannte Appliqué-Stecknadeln) für den Merkur
- dünne Holzstäbe mit 3 bis 5 mm Durchmesser (dicker als Schaschlikspieße, Durchmesser gegebenenfalls so wählen, dass er zu den Bohrlöchern der Holzkugeln passt)
- acht oder neun kleine Holzräder mit weniger als 5 cm Durchmesser oder einfache dünne Holzscheiben, möglichst mit Mittenbohrung
- stabiler Ring mit ca. 10 cm Durchmesser als Ständer für die Sonne, zum Beispiel der Pappkern einer Rolle Paketklebeband oder das Endstück eines Kanalrohrs aus dem Baumarkt
- ein Stück stabile Pappe (ca. 1 mm dick, ca. 10 x 10 cm)
- eine neutral gehaltene Pappschachtel, die in das Innere der Styroporkugel passt
- Farben zum Bemalen (insbesondere gelb und schwarz, aber auch blau, weiß, rosa, rot, grün und braun) und wasserfester Klarlack



Abbildung 2: Benötigte Materialien für den Bau des Sonnensystemmodells. © Carolin Liefke

Hinzu kommen Pinsel, Schere, Zirkel, Lineal, Cutter und Klebstoff sowie Hammer, Laubsäge, Feile oder Schleifpapier, Zange, Bohrmaschine, Holzbohrer und eine Einspannmöglichkeit für Werkstücke.

Aus der Styroporkugel entsteht die Sonne. Dazu werden die beiden Halbschalen von außen gelb bemalt, gegebenenfalls in mehreren Durchgängen, falls die weiße Oberfläche noch durchscheint. Wer möchte, kann die Oberfläche im Anschluss zusätzlich "äquatornah" mit einzelnen stecknadelkopfgroßen grau-schwarzen Sonnenflecken verzieren.

Für die Planeten fertigt man aus den Holzscheiben und den Holzstäben kleine Standfüße. Dazu werden zunächst die Stäbe mit der Laubsäge auf Stäbchen mit einer einheitlichen Länge von 10 cm zurechtgeschnitten und deren Enden falls nötig glattgefeilt oder geschmirgelt. Für Jupiter und Saturn kann die Länge abweichend auch 12 cm betragen.

Die Stäbchen werden bündig in die Mittenbohrung der Holzscheiben eingesteckt und mit Klebstoff fixiert. Dazu werden sie falls nötig vorher mit dem Cutter vorsichtig etwas angespitzt. Ist in den Scheiben noch keine Bohrung vorhanden, muss diese mittig gesetzt werden.

Die Standfüße werden ebenso wie der Ständer für die Sonne schwarz bemalt. Die dunkle Farbe macht die Standfüße in dunkler Umgebung nahezu unsichtbar und bietet auch im Hellen einen guten Kontrast zu den eigentlichen Planeten.

Für die Gesteinsplaneten spannt man die Standfüße einzeln ein und schlägt zunächst eine Reservestecknadel, deren Kopf gegebenenfalls zerstört werden darf, mit dem Hammer vorsichtig etwa einen halben Zentimeter tief in das obere Ende des Standfußes ein und entfernt sie dann wieder. Dabei muss unbedingt vermieden werden, dass das Ende des Holzstäbchens splittert. Falls besonders dünne Holzbohrer (1 mm oder weniger) vorhanden sind, kann das Ende des Holzstäbchens alternativ auch aufgebohrt werden. Anschließend schlägt man vorsichtig und ohne dass der Stecknadelkopf dabei beschädigt wird oder die Nadel verbiegt den endgültigen Planeten-Kopf ein. Die Nadel sollte weniger als einen Zentimeter aus dem Holz hervorragen. Ist die Nadel länger als 2 cm, sollte sie daher vorab mit der Zange gekürzt werden. Die Nadel wird anschließend noch zusätzlich mit einem Tropfen Klebstoff am Standfuß fixiert.

Ist die Holzkugel für den Jupiter bereits durchbohrt, wird sie bündig auf den Standfuß aufgesteckt und eingeklebt, wofür der Stab gegebenenfalls wieder vorab angespitzt wird. Ist keine Bohrung vorhanden, muss die Kugel eingespannt und entsprechend angebohrt werden. Idealerweise fertigt man die Bohrung dann allerdings nicht durchgehend an. Anschließend wird die Jupiter-Kugel mit passenden Farbmischungen aus weiß, rosa und braun mit seinen Wolkenbändern bemalt und in einem zweiten Durchgang mit einem großen ca. 5 mm hohen und 1 cm langen Großen Roten Fleck verziert.

Bei der Saturn-Kugel ist in jedem Fall eine zusätzliche seitliche Bohrung für die Ring-Halterung erforderlich, die aus einem kurzen Holzstab von ca. 4 cm Länge besteht. Das Holzstäbchen wird mit der Laubsäge oder dem Cutter an einer Seite der Länge nach vorsichtig etwas mehr als 1 cm tief aufgeschlitzt. Auch hier dürfen sich keine Splitter bilden. Die Ringebene wird mit dem Zirkel mit einem Innendurchmesser von 4 cm (Radius 2 cm) und einem Außendurchmesser von 6 cm (Radius 3 cm) auf der Pappe markiert und mit Schere oder Cutter ausgeschnitten. Das Haltestäbchen wird von innen mit dem Schlitz auf den Papp-Ring geschoben und mit Klebstoff fixiert. Die Saturnringe und die Planeten-Kugel werden nun zunächst getrennt voneinander mit einer Farbmischung aus gelb, weiß und braun bemalt. Das Haltestäbchen bleibt dabei unbehandelt. Anschließend kann mit dem Zirkel die Cassini-Teilung etwa mittig auf den Ring aufgebracht werden. Nun wird das Haltestäbchen in das zusätzliche Bohrloch in der Planetenkugel so eingesetzt und verklebt, dass die Ringscheibe mittig um die Planetenkugel liegt.

Zum Aufsetzen von Uranus und Neptun auf die Standfüße müssen die Holzstäbchen mit dem Cutter bleistift-förmig angespitzt werden. Die Holzperlen werden dann mit dem Hammer vorsichtig aufgeschlagen und zusätzlich mit Klebstoff fixiert. Anschließend können die Holzperlen mit einer Farbmischung aus blau und weiß, bzw. für Uranus zusätzlich etwas grün bemalt werden.

Selbst wenn für die Bemalung wasserfeste Farben zum Einsatz gekommen sind, sollten alle Teile abschließend noch mit einem Klarlack fixiert werden, da die meisten Farben nicht abriebfest sind und deshalb einer regelmäßigen Nutzung nicht standhalten. Bitte unbedingt einen ungiftigen (lösungsmittelfreien) Lack verwenden, da gerade kleinere Kinder den Jupiter aufgrund seiner Ähnlichkeit mit einem Lutscher durchaus auch in den Mund nehmen.

Beispielhafter Unterrichtsgang

Ein Unterrichtsgang mit dem Sonnensystemmodell muss natürlich dem jeweiligen Alter und Vorwissen der Schülerinnen und Schüler angepasst und ausführlich zu behandelnde Schwerpunkte vorab festgesetzt werden, nimmt aber üblicherweise ca. 30-45 Minuten in Anspruch.

Die Planeten auf ihren Standfüßen sind zunächst in der Pappschachtel verborgen, die wiederum im Inneren der Sonne versteckt ist. Diese wird den Schülerinnen und Schülern als Modell für die Sonne präsentiert, gegebenenfalls mit kurzer Erläuterung, was es mit den Flecken auf der Oberfläche auf sich hat. Mit dem Durchmesser der Kugel, den die Schülerinnen und Schüler natürlich auch mit einem Lineal selbst ausmessen können, und der Information, dass der wahre Durchmesser der Sonne etwa 1,4 Millionen km beträgt, lässt sich der Maßstab des Sonnensystems als Faktor berechnen, um den die echte Sonne größer als die Modellsonne ist.

Die Schülerinnen und Schüler sollen im nächsten Schritt dann abschätzen, wie groß eine Modellerde mit demselben Maßstab wäre, also passend zur Modellsonne. Der wahre Durchmesser der Erde wird in diesem Zuge nicht genannt. Je nach Alter und Vorwissen kann man Hilfestellung und Anhaltspunkte geben: größer oder kleiner als die Sonnenkugel, größer oder kleiner als ein Tennisball, größer oder kleiner als eine Erbse. Abhängig davon, wie weit die Abschätzungen daneben liegen, ist die Auflösung eine große Überraschung oder auch nicht. Zunächst einmal verrät man den Schülerinnen und Schülern, dass sich alle Planeten unseres Sonnensystems im Inneren der Sonnenkugel verbergen, öffnet die beiden Halbschalen und holt die Schachtel hervor. Hier kann man es bei jüngeren Schülerinnen und Schülern durchaus spannend machen und ein Weilchen in der Schachtel wühlen, bis man die Erde auf ihrem Standfuß hervorzieht.

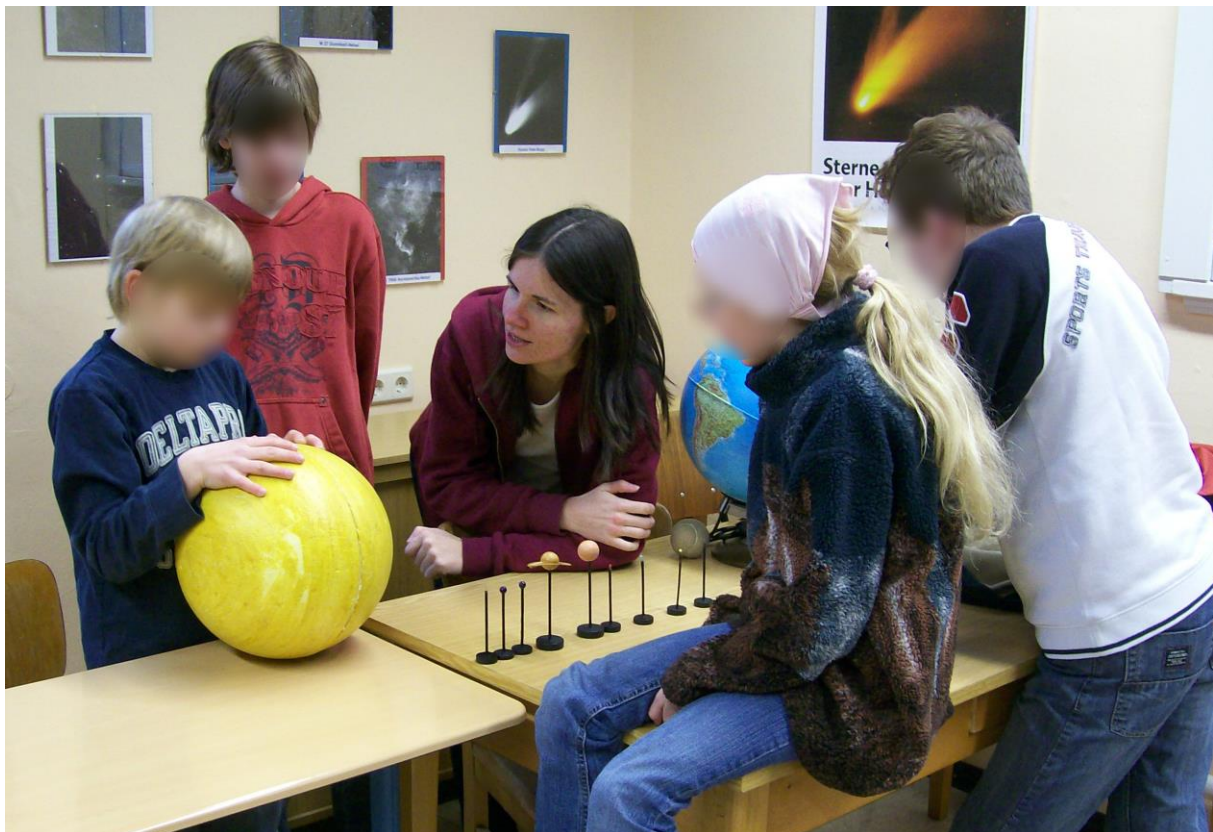


Abbildung 3: Die Planeten in die richtige Reihenfolge bringen. © Marko Klüven

Wichtig ist, dass alle Schülerinnen und Schüler den direkten Größenvergleich von Sonnenkugel und Stecknadelkopf direkt nebeneinander sehen können und verinnerlichen. Zusätzlich können die Schülerinnen und Schüler – entweder als Abschätzung anhand des Modells oder über die Kugelvolumina mit den echten Zahlenwerten für Sonne und Erde – ermitteln, wie viele Erden in die Sonne passen (ca. 1,3 Millionen).

Im Folgenden Schritt sollen die Schülerinnen und Schüler dann weitere Planeten unseres Sonnensystems benennen. Bevor der jeweilige Modellplanet aus der Schachtel genommen wird, können sie außerdem erneut eine Schätzung abgeben oder ihr Wissen präsentieren, ob das gefragte Objekt größer oder kleiner ist als die Erde und wieviel.

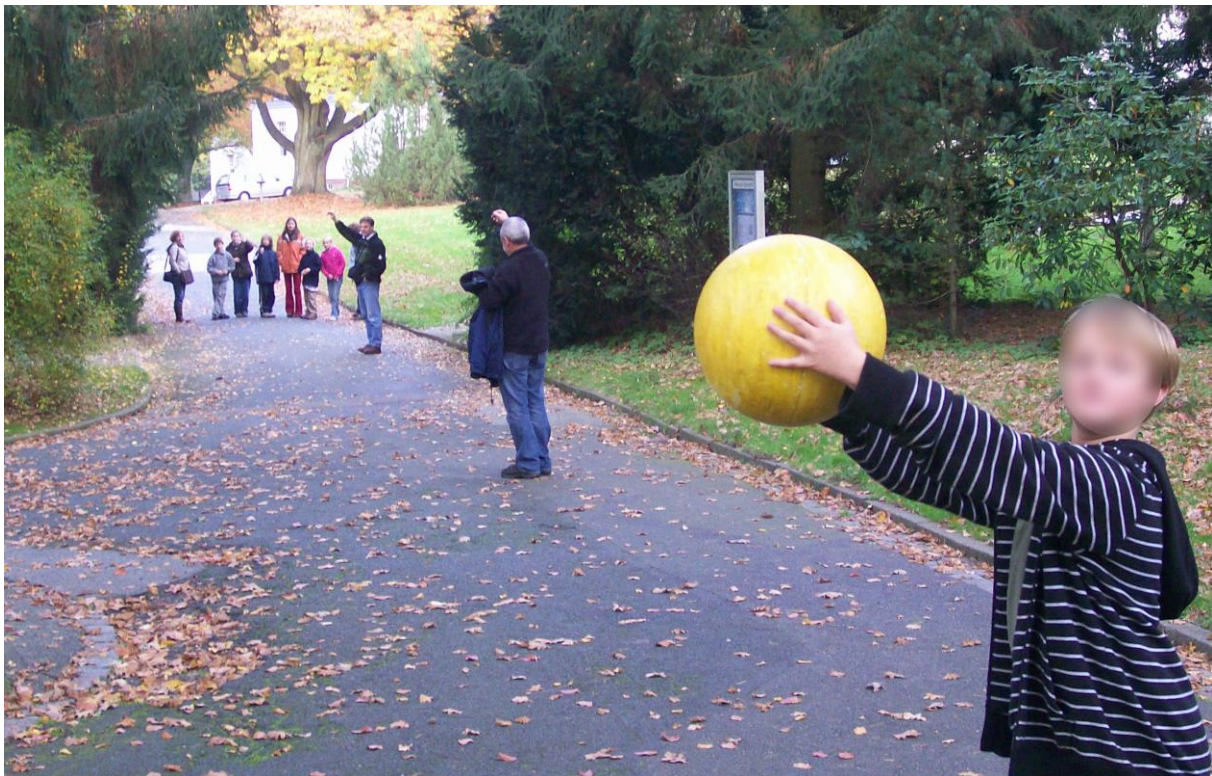


Abbildung 4: So viel Platz benötigen die Planeten im Sonnensystem: Von der Position Erde aus schaut eine Schülergruppe zurück zu Merkur und Venus und zur Sonne. © Marko Klüven

Anschließend werden die Modellplaneten nach ihren mittleren Abständen von der Sonne geordnet und dabei die unterschiedlichen Eigenschaften von Gas- und Gesteinsplaneten mit den Schülerinnen und Schülern diskutiert. Die Reihenfolge der Planeten kann zudem mithilfe der üblichen Merksätze memoriert werden.

Ein wichtiger Aspekt ist allerdings, besonders jüngeren Schülerinnen und Schülern zu veranschaulichen, dass man die Planeten auf der einen Seite nicht wie an einer Schnur aufgereiht vorfindet, ihre Umlaufbahnen auf der anderen Seite aber auch nicht beliebig orientiert sind, sondern in einer Ebene im Raum liegen. Hier bietet es sich an, dies mit den Schülerinnen und Schülern draußen oder in einem Raum mit genügend Platz nachzustellen. Die Modellsonne und die Modellplaneten werden dazu an Verantwortliche verteilt. Die Sonne stellt sich in der Mitte auf, während die Planeten die Sonne nach ihrem Abstand sortiert in der korrekten Reihenfolge in derselben Richtung umrunden sollen: Je weiter innen, desto schneller sollen die Planeten sein und dementsprechend die äußeren Planeten regelmäßig einholen, allerdings ohne dass es zu Begegnungen oder gar Kollisionen kommt.

Für die Visualisierung der korrekten Abstandsverhältnisse wäre dies allerdings zu unübersichtlich, es muss daher dann wieder zur Anordnung in Reihe zurückgekehrt werden. Die Schülerinnen und Schüler können die maßstabsgetreuen Abstände der Modellplaneten von der Sonne entweder mithilfe des Maßstabs oder der Dreisatzrechnung vorab ermitteln oder aber man lässt sie erneut schätzen. Für die Aufstellung der Himmelskörper wird ein langer Gang oder ein gerader, komplett einsehbarer Wegabschnitt draußen benötigt. Zunächst wird ein Schüler oder eine Schülerin bestimmt, der oder die die Sonnenkugel hält und angewiesen wird, stehenzubleiben und die Sonne für das folgende immer gut sichtbar hochzuhalten. Mit dem Rest der Gruppe schreitet man nun jeweils die Entfernungen ab.

Erst nach 12 Metern wird ein weiterer Schüler oder eine weitere Schülerin mit dem Merkur zurückgelassen. Bereits hier wird angedeutet, wie groß der Leerraum zwischen den Planeten tatsächlich ist. Nach 23 Metern am Ort der Venus angekommen, wird der Träger bzw. die Trägerin des Merkur auf Zuruf angewiesen, den Modellplaneten gut sichtbar hochzuhalten. Die übrigen Schülerinnen und Schüler sollen angeben, ob sie den Stecknadelkopf noch gut erkennen können.

Auch die Venus wird mit einer Schülerin oder einem Schüler zurückgelassen. Am Ort der Erde in 31 Metern Entfernung von der Sonnenkugel gilt es dann, die Verhältnisse im Modell in ihrer Gesamtheit zu überprüfen: Erlauben die Wetterverhältnisse den Blick auf die Sonne (zum Beispiel mit einer Sonnenfinsternisbrille bei klarem Himmel oder abgeschwächt durch Wolkenschleier), stellen die Schülerinnen und Schüler fest, dass die Sonne und ihr Modell gleich groß erscheinen. An diesem Beispiel lässt sich somit also auch anschaulich der Strahlensatz oder das Konzept der Entfernung-unabhängigkeit der Winkelausdehnung demonstrieren.

Der helle, weiße Stecknadelkopf der Venus ist vom Ort der Erde aus üblicherweise noch gut als heller Punkt zu erkennen, während es beim Merkur schon schwieriger wird. Dies verdeutlicht den Schülerinnen und Schülern, dass die Planeten unseres Sonnensystems ohne optische Hilfsmittel am Himmel nur unwesentlich größer als ein Stern wirken und keine Details erkennbar sind.

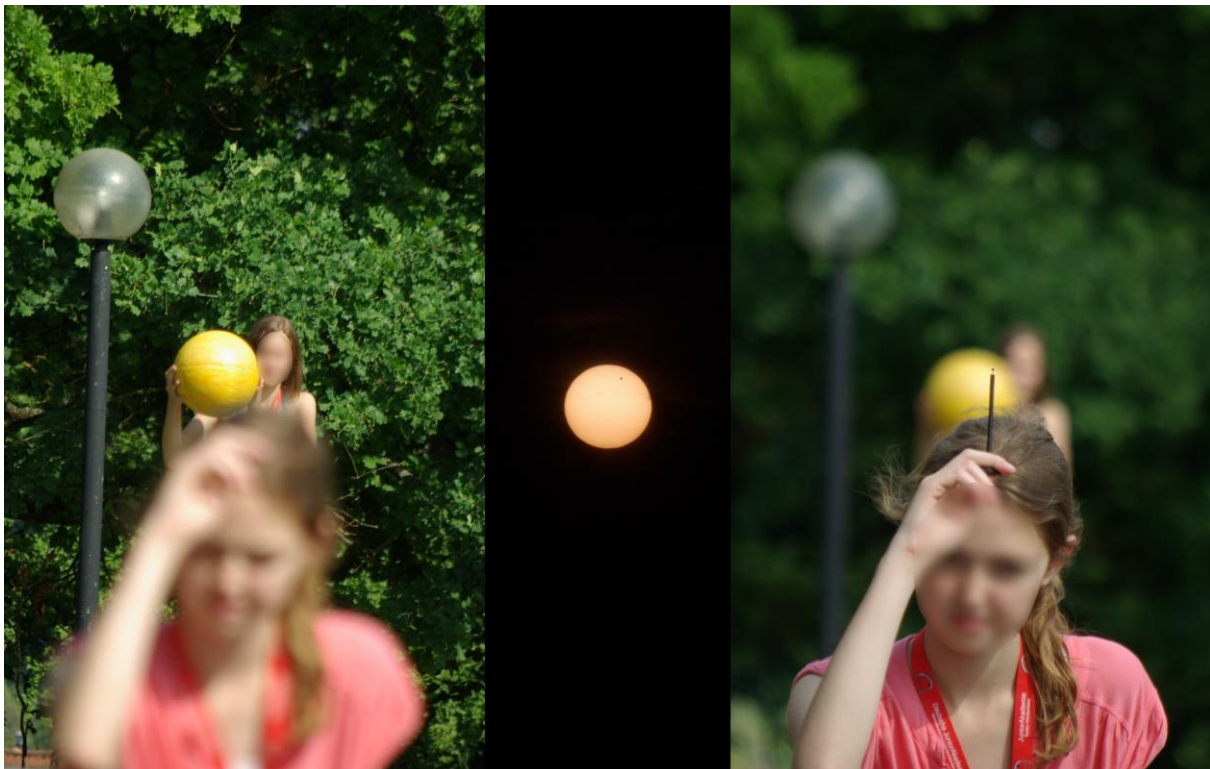


Abbildung 5: Schülerinnen aus der Mittelstufe stellen die geometrischen Verhältnisse beim Venustransit nach, aufgenommen vom Ort der Erde im Modell und jeweils fokussiert auf Sonne (links) und Venus (rechts). In der Bildmitte zum Vergleich eine Aufnahme des Venustransits vom 6. Juni 2012, die mit derselben Kamera-Objektivkombination entstanden ist. © Carolin Liefke

Bevor man zum Mars in 48 Metern Entfernung von der Sonne übergeht, empfiehlt es sich, die bislang für Sonne, Merkur und Venus verantwortlichen Schülerinnen und Schüler auszutauschen und die schon erarbeiteten Ergebnisse in ihrem Beisein nochmal kompakt zusammenzufassen und auch mit dem Rest der Gruppe zu wiederholen. In der Mars-Distanz bietet es sich an, nochmal explizit auf die große Leere im Sonnensystem mit gerade mal vier Stecknadelköpfen im Umkreis von 50 Metern um die Sonne hinzuweisen.

Bei ausreichend Platz kann man die Wegstrecke bis zum Jupiter mit der Gruppe zurücklegen. Hierbei sollte erklärt werden, dass die plötzlich deutlich größere Lücke zum vorherigen Planeten Mars eigentlich mit Asteroiden bevölkert ist, die in dem Modell aber allesamt kleiner als Staubkörnchen wären und deshalb wie übrigens auch schon der Mond nicht extra dargestellt werden können. Der Blick auf die Sonnenkugel in der Ferne demonstriert stattdessen, dass den Jupiter bei seinem großen Abstand nur noch wenig Licht und Wärme erreichen kann.

Spätestens ab dem Saturn ist ein weiteres Aufstellen des Modells in dieser Form üblicherweise nicht mehr sinnvoll. Stattdessen ruft man alle Schülerinnen und Schüler wieder zu einer großen Gruppe zusammen und beschreibt die ungefähre Lage der weiteren Planeten mithilfe von vertrauten Orten (z.B. nächstgelegene Bushaltestelle, Bahnhof, Marktplatz etc.) anschaulich. Die Modellplaneten werden eingesammelt und wieder in der Schachtel verstaut.

Zum Abschluss folgt die gemeinsame Betrachtung der nächstgrößeren Skalen: Die Schülerinnen und Schüler sollen abschätzen, wie weit es bis zu den nächsten Sternen, sprich den nächstgelegenen Modellsonnen wäre. Während auch ohne systematisch angeeignetes Vorwissen bei den Größen der Planeten im Vergleich zur Sonne noch vergleichsweise häufig Antworten in der richtigen Größenordnung vorkommen, wird diese Dimension meist vollkommen unterschätzt. Tatsächlich wäre man mit Proxima Centauri in einer Entfernung von 8600 km auf einem anderen Kontinent, während Sirius, der hellste Stern am Nachthimmel, mehr als doppelt so weit weg und damit nicht mehr auf der Erdoberfläche positionierbar wäre. Den Polarstern fände man sogar erst in doppelter Monddistanz.

Schon an anderer Stelle bietet sich gegebenenfalls die Umrechnung einer weiteren Richtgröße an: Die Lichtgeschwindigkeit beträgt in diesem Maßstab 64 mm/s, Funksignale zwischen den Planeten breiten sich also eigentlich deutlich langsamer aus als die Schülerinnen und Schüler zwischen ihnen hin und herlaufen können, und die Unerreichbarkeit anderer Sternensysteme wird nochmal deutlich.

Weitere WIS-Materialien zur Astronomie und allen ihren Bezügen finden sie unter der Adresse www.wissenschaft-schulen.de (Fachgebiet Astronomie). Wir würden uns freuen, wenn sie zum vorliegenden Beitrag Hinweise, Kritiken und Bewertungen an die Kontaktadresse der Autorin senden könnten.