DE

Bauanleitung

Die Monduhr



AstroMedia

Astronomie zum Anfassen

© AstroMedia GmbH · Im Wirrigen 30 · 45731 Waltrop · Germany · astromedia.de
Made in Germany

Die Monduhr

Kartonbausatz für eine Mondphasenuhr nach dem Vorbild alter astronomischer Uhren.
Zeigt mit einer sich drehenden schwarz-weißen Kugel für jeden Tag die Mondphase an.

Astronomische Uhren

Die Mutter aller astronomischen Uhren war das 1364 von Giovanni de Dondi in Padua aufgestellte „Astrarium“, eine Uhr mit sechs Zifferblättern, auf denen der Stand der Planeten, der Sonne und des Mondes gezeigt wurde.

Ihr folgten dann im späten Mittelalter überall in Europa viele hoch komplexe Räderuhren, die im Inneren großer Kirchen, aber auch außen z. B. an Rathäusern angebracht wurden. Sie zeigten neben der Uhrzeit auch den Lauf der Sonne und der Planeten durch den Tierkreis, den Osterkalender und vieles mehr auf zahlreichen Skalen an, und oft auch den Mond mit seinen Phasen.

Diese astronomischen Uhren gelten zu recht als technische Wunderwerke, die bis heute staunende Hochachtung vor ihren Erbauern auslösen.

Berühmte astronomische Uhren befinden sich z. B. im *Straßburger* und im *Ulmer Münster*, in der *Wiener Hofburg* und am *Altstädter Rathaus* in Prag, aber auch in vielen kleineren Städte waren und sind sie bis heute zu finden und zu bestaunen.



Astronomische Uhr
Altstädter Rathaus, Prag



Astronomische Uhr
Kathedrale Notre-Dame de Strasbourg, Frankreich

Wie die Phasen des Mondes dargestellt werden können

Mit einer Scheibe:

Hinter einer Blende mit runden Ausbuchtungen dreht sich eine Scheibe. Auf ihr ist der Vollmond aufgemalt, der nach und nach von der Blende verdeckt und wieder freigegeben wird. Diese Mechanik findet sich z.B. auch in Armbanduhren wieder. Die Darstellung ist sehr schematisch und zeigt, außer bei Voll- und Neumond, die Lichtgestalt des Mondes nicht richtig an.



Bildquelle: Wikimedia Commons – Richard Mayer, Astronomische Uhr

Mit einer Kugel:

Eine halb dunkel, halb hell bemalte Kugel, die zur Hälfte aus einem Hintergrund herausschaut, dreht sich in gut 29½ Tagen einmal um sich selbst und zeigt damit zu jedem Moment den Anteil der hellen und der dunklen Oberfläche des Mondes an, so wie hier bei der Uhr an der Amalienburg der Hofburg in Wien. Das ist die anschaulichste und auch schönste Art der Darstellung. Ihr folgt auch diese Monduhr von AstroMedia.



Bildquelle: Wikimedia Commons – Politikaner, Hofburg, Amalienburg, Vienna, Wien

Mit Zeiger und Zifferblatt:

Im Zentrum einer kreisförmigen Darstellung von Mondphasenbildern befindet sich ein Zeiger, dessen Spitze sich langsam von der einen zur nächsten Phase bewegt. Die Phasen des Mondes sind korrekt dargestellt, allerdings aufgeteilt auf viele Einzelbilder.



Bildquelle: Wikimedia Commons – Görlitz, Altes Rathaus, Untermarkt, Mondphasen-Uhr



Bildquelle: AstroMedia – Dorpskerk Arnemuiden, Arnemuiden ein Ortsteil der Gemeinde Middelburg, Zeeland

Wie funktioniert die Monduhr von AstroMedia?

Das zentrale Element der Monduhr ist ein batteriebetriebenes **Mondphasen-Uhrwerk**. Es hat an seiner Vorderseite drei kurze, konzentrische Röhren, die bei normalen Uhrwerken die Antriebswellen für den Sekunden-, den Minuten- und den Stundenzeiger sind (von innen nach außen). Bei diesem Mondphasen-Uhrwerk sind aber Mechanik und Elektronik so modifiziert, dass die Stundenwelle sich nicht in 12 Stunden einmal dreht, sondern in **29 Tagen, 12 Stunden und 44 Minuten.** Das ist die durchschnittliche Dauer eines Mondumlaufs von Neumond zum nächsten Neumond, eine sogenannte **Lunation**. Das Uhrwerk hat also **statt einer Stundenwelle eine Mondwelle.** Sie wird durch einen dünnen Holzstab verlängert, der dann die schwarz-weiße Mondkugel trägt.

Das Uhrwerk ist horizontal in einen **Sockel** (Abschnitt A) eingebaut und hat an seiner Unterseite ein kleines geriffeltes Rädchen, mit dem die aktuelle Mondphase eingestellt werden kann.

Ein Rahmen (Abschnitt B) umgibt alles, und die optionale **Mondeinfassung** (Abschnitt C) sorgt auf Wunsch dafür, dass von der Kugel immer nur die vordere Hälfte zu sehen ist.

Gut zu wissen: Nähere Informationen rund um den Mond befinden sich am Ende der Bauanleitung unter *Fragen und Antworten.*

Dieser Bausatz enthält:

- **3 Stanzbögen aus 0,4 mm starkem Konstruktionskarton**
- **1 Spezialuhrwerk 56 x 56 x 16 mm (1 Drehung in 29,53 Tagen), inkl. Unterlegscheibe, Gummischeibe und Mutter. Benötigt wird dafür eine handelsübliche Batterie des Typs AA**
- **1 Karton-Trinkhalm für die Reduziermuffe zur Befestigung des Holzstabs auf der Mondwelle**
- **3 Zahnstocher 2 x 80 mm für den Holzstab zur Verlängerung der Mondwelle, 2 davon als Reserve**
- **1 weiße und 1 schwarze Halbkugel 40 x 20 mm aus elastischem Hartschaum für die zwei Farben der Mondkugel**
- **1 Kartonbogen mit Ausschneideteilen (Rückseite Mondeinfassung und Bodenabdeckung Sockel)**



Was du für den Zusammenbau noch benötigst:

- Eine feste, ebene **Arbeitsfläche** mit einer **Schneideunterlage**, z.B. einer selbstheilenden Schneidematte, bei der sich Einschnitte wieder schließen
- Ein scharfes **Messer** (Cutter-Messer, z.B. das AstroMedia Bastelmesser) oder ein Skalpell zum Durchtrennen der Haltestege in den Kartonplatten und zum Durchschneiden der Schnittlinien von sehr schmalen Schlitzen, die aus technischen Gründen nur angestanzt werden können
- Ein **Falzbein** oder ein kleiner Löffel zum Nachziehen scharfer Falzlinien
- Einen guten **Alleskleber** – Lösungsmittelhaltiger Alleskleber ist besser geeignet als wasserbasierter lösungsmittelfreier Kleber: Er trocknet schneller und wellt den Karton nicht.
- Etwas **Klebefilm**
- Einen schwarzen und optional auch einen goldenen **Filzstift** zum Einfärben von Kartonkanten
- Einen spitzen **Bleistift**
- Ein **Lineal** oder ein **Geodreieck**
- Eine **Kombizange** oder einen **Schraubenschlüssel** Gr. 11, um die Mutter auf dem Schraubhals des Uhrwerks anzuziehen

Tipps für einen erfolgreichen Zusammenbau
Bitte vor Beginn durchlesen:

Die Bauanleitung ist in 22 (optional 23) kleine Schritte mit genauen Beschreibungen gegliedert. Das sieht zwar auf den ersten Blick nach viel Text aus, macht aber den Zusammenbau übersichtlich und den Bauerfolg viel sicherer. Bitte lies jeden Schritt vor seiner Durchführung ganz durch und gönne dir genügend Zeit. Du wirst am Ende eine selbst gebaute Präzisionsuhr in der Hand halten, auf die du stolz sein kannst.

1

Jedes Teil ist mit seinem Namen beschriftet sowie mit einer Teilenummer, die aus einem Buchstaben und einer Zahl besteht, z.B. A2 . Der Buchstabe bezeichnet den Bauabschnitt, die Zahl die Reihenfolge innerhalb des Abschnitts.

2

Löse die ausgestanzten Teile am besten immer erst dann aus den Kartonplatten, wenn sie benötigt werden. Du kannst die kleinen Stege, mit denen die Teile und der Kartonbogen verbunden sind, vor dem Herauslösen mit einem scharfen Messer durchtrennen oder ihre Reste nach dem Herausbrechen abschneiden.

3

Zu verklebende Flächen sind hellgrau bedruckt. Auf den Klebeflächen findet sich ein Symbol wie dieses: A2 . Es gibt an, welches andere Teil hier hin geklebt werden soll. Das Symbol zeigt an, dass hier das Teil mit sich selbst verklebt wird. Manchmal stehen noch Ziffern in einem Kreis vor den Klebesymbolen, z.B. ③, um die Reihenfolge zu verdeutlichen, in der die Laschen verklebt werden müssen. Die Klebeflächen sind meist etwas kleiner als das, was darauf geklebt wird, damit es nicht zu unerwünschten „Blitzern“ kommt (schmalen überstehenden Farbrändern).

4

Genutete Linien müssen gefalzt werden. *Nach vorne falzen* bzw. *nach hinten falzen* bedeuten, dass ich beim Blick auf die Karton-Vorderseite *zu mir hin* bzw. *von mir weg* falze. Die Falze kannst du mit einem Falzbein oder einem kleinen Löffel nachziehen, damit sie zu klaren Kanten werden.

5

Basteltipp bei lösungsmittelhaltigem Alleskleber für kleinere Flächen: Trage einseitig eine nicht zu dünne Schicht Alleskleber auf und drücke die Teile zusammen, so dass sich der Kleber auf beiden Seiten flächig verteilt. Ziehe die Teile wieder auseinander, entferne ggf. Klebstofffäden und blase dann zwei bis drei Mal darüber. Drücke dann die Teile passgenau und kräftig zusammen – die Klebung hält sofort.

6

Größere Klebeflächen können beim Trocknen gepresst werden, z.B. mit ein paar Büchern auf einer ebenen Fläche, damit sie sich nicht verwölben.

7

Mit ***„Option:“*** sind Hinweise gekennzeichnet, die du ausführen kannst, wenn du der Monduhr ein besonders perfektes Aussehen geben willst.

Einen ausführlichen bebilderten Baubericht von Michael Monscheuer findest du unter:

michelswunderland.de/solderiron/moonclock.html

Bauanleitung
Bitte lies dir jeden Schritt vorher ganz durch.

Abschnitt A1: Der Sockel

Der Sockel ist ein unten offener Quader mit einem kleinen Loch in der Oberseite. Aus dem tritt der Holzstab aus, der die Mondwelle des Uhrwerks verlängert und auf dem die Mondkugel sitzt. Das Uhrwerk selbst liegt im Inneren des Sockels, festgeschraubt auf dem Uhrwerkhalter, der sich bei Bedarf sehr einfach wieder herausnehmen lässt. In den ersten drei Schritten wird die Mondkugel zusammengeklebt, auch wenn sie erst viel später benötigt wird. So hat der Klebstoff zwischen den beiden Schaumstoffhälften mehr Zeit zum Trocknen.

Schritt 1

Halte die weiße und die schwarze Hälfte der Mondkugel mit den Flächen gegeneinander und prüfe, ob sie genau gleich groß sind, denn produktionsbedingt kann es vorkommen, dass die Durchmesser geringfügig voneinander abweichen. Wenn beide Halbkugeln gleich groß sind oder wenn die schwarze Halbkugel die etwas größere ist, musst du nichts machen und kannst zum nächsten Schritt weitergehen. Wenn die weiße Halbkugel etwas größer ist als die schwarze, würde man bei Neumondstellung (Blick auf die schwarze Kugelhälfte) den Überstand der weißen wie einen schmalen Ring um die Mondkugel

sehen. Damit das nicht passiert, muss dieser Überstand geschwärzt werden. Bemale dazu den Rand der flachen Seite mit dem schwarzen Filzstift. Achte darauf, dass das Schwarz nur bis zur Kante geht und nicht auf die gewölbte Seite übergreift.

Schritt 2

Damit der Holzstab genau mittig sitzt, wenn er in die Mondkugel geschoben wird, muss vor dem Verkleben in beiden Halbkugeln ein Führungsschnitt durch die Mitte der flachen Seite angebracht werden. Bestimme dazu bei beiden Halbkugeln so exakt wie möglich die Mitte der flachen Seite mit Hilfe des Lineals bzw. Geodreiecks. Mache dazu am besten mehrere Messungen mit versetzten Winkeln. Alternativ kannst du dir eine Schablone anfertigen, indem du mit einem Zirkel einen Kreis mit dem Radius von 2 cm (Durchmesser 4 cm) auf Papier zeichnest, ihn ausschneidest und mittig auf die Halbkugeln legst. Weite vorsichtig die Einstichstelle (den Mittelpunkt) mit einem spitzen Bleistift und markiere anschließend die Mitte der Halbkugel. Bringe dann mit Lineal und Messer genau durch den Mittelpunkt einen ca. 2 mm tiefen Schnitt an. Der Schnitt soll bei beiden Hälften gleich tief werden und an beiden Enden auch auf der gerundeten Seite zu sehen sein, damit man die Halbkugeln später genau Schnitt auf Schnitt aufeinander kleben kann. ***Tipp:*** *Falls ein Schnitt nicht gelungen ist, z. B., weil er nicht genau durch die Mitte geht, machst du einfach mit versetztem Winkel einen neuen.*

Schritt 3

Lege die Halbkugeln aufeinander, vergewissere Dich, dass die Enden der Schnitte genau übereinander liegen und klebe dann die beiden Halbkugeln in dieser Position aufeinander. In die Einschnitte kann der Klebstoff nicht eindringen, weil sich Schnitte im Schaumstoff ja wieder schließen. Lege die Mondkugel dann zum Trocknen beiseite.



Schritt 4

Löse den Sockel **[A1, Bogen 1]** aus dem Kartonbogen und mache auch das kleine Loch in der Sockeloberfläche frei. Falze alle genuteten Linien nach hinten und ziehe die Falze nach, damit die Kanten des Sockels schön rechtwinklig werden. Wenn du deinen Namen und das Baujahr in die weißen Felder schreiben willst, ist jetzt dafür die beste Gelegenheit. ***Option:*** *Kartonkanten je nach Randfarbe mit Gold oder Schwarz einfärben, so dass keine weißen Kanten mehr zu sehen sind.*

Schritt 5

Klebe die vier Laschen an die gekennzeichneten Stellen, so dass ein unten offener Quader entsteht. Die kleinen beidseitig schwarzen Flügel sind die Arretierungen für den Uhrwerkhalter. Sie müssen beweglich bleiben und werden deshalb nicht verklebt.

Schritt 6

Klebe die Verstärkung des Uhrwerkhalters **[A3, Bogen 2]** auf den Uhrwerkhalter **[A2, Bogen 2]**. ***Tipp:*** *Wenn du vorher bei allen 4 Ecken der Verstärkung ein 2 mm Stück über Eck abschneidest und sie so an die Rundung des Uhrwerks anpasst, erleichtert das später in Schritt 13 die Montage des Uhrwerks.* Die Löcher für den Schraubhals des Uhrwerks müssen genau aufeinander liegen. Falze dann die vier Seitenteile an den Nutlinien nach hinten. ***Option:*** *Vorher alle Kartonkanten einfärben.* ***Hinweis:*** *Bei einem Teil der Auflage kann der Klebehinweis auf der Rückseite der Verstärkung B2 lauten. Bitte korrigiere das zu A2.*

Abschnitt A2: Die Montage des Uhrwerks und des Mondes

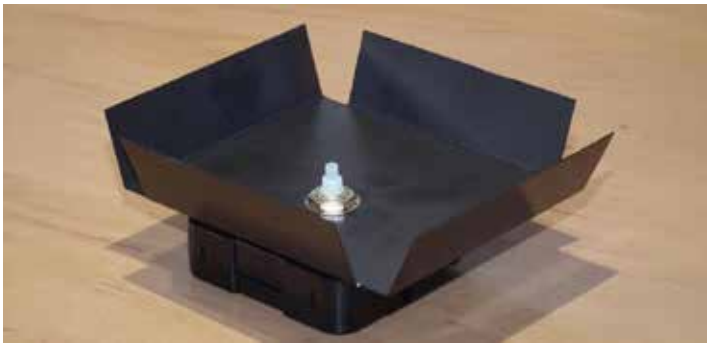
Das Uhrwerk hat einen Schraubzapfen aus Messing, zu dem eine Mutter mit einer Unterlegscheibe gehört. Damit wird das Uhrwerk am Uhrwerkhalter festgeschraubt. Die kleine schwarze Gummischeibe sitzt direkt auf dem Uhrwerk und sichert es gegen Verdrehen, wenn die Mutter fest angezogen ist. Zum Betrieb wird eine Batterie vom Typ AA benötigt, die in der Regel länger als ein Jahr hält. Lege sie am besten schon vor der Montage des Uhrwerks ein. Aus dem Schraubzapfen ragen drei weiße konzentrische Wellen heraus, auf denen bei einem normalen Uhrwerk die Zeiger für Stunde, Minute und Sekunde (von außen nach innen) befestigt werden. ***Bei diesem Mond-Uhrwerk kommt nur die äußere Welle zum Einsatz. Sie hat einen Durchmesser von 5,03 mm.***

Schritt 7

Wenn der Kleber zwischen den Hälften der Mondkugel getrocknet ist, kannst du schon mal das Loch für den Holzstab vorbereiten. Nimm dazu einen Zahnstocher und stecke seine Spitze vorsichtig dort in die Mondkugel, wo an der Grenze zwischen Schwarz und Weiß die Enden der beiden Führungsschnitte sichtbar sind. Schiebe und drehe ihn in kleinen Schritten ca. 3 cm tief in die Kugel und prüfe dabei immer wieder von verschiedenen Seiten, ob der Zahnstocher auch genau mittig durch die Kugel geht und sie beim Drehen des Zahnstochers nicht etwa eiert. Lass ihn so stecken und lege die Mondkugel zunächst beiseite.

Schritt 8

Entferne, falls nötig, die Mutter und die Unterlegscheibe vom Uhrwerk und lege die Gummischeibe über den Messing-Schraubzapfen, mit der Aussparung nach unten und der geriffelten Seite nach oben. Lege die Batterie ein (Typ AA) und lege das Uhrwerk mit dem Schraubzapfen nach oben auf deine Arbeitsfläche. Stecke darauf den Uhrwerkhalter **[A2+3]**, mit der Verstärkung zuerst und den gefalzten Seitenteilen nach oben. Schiebe die Unterlegscheibe auf den Zapfen und schraube die Mutter darüber. Drehe das Uhrwerk so, dass die Batterie nicht am Rand, sondern in der Mitte des Uhrwerkhalters liegt und ziehe die Mutter so fest an, dass es sich nicht mehr verdrehen lässt. Das Uhrwerk wird nicht mit dem Uhrwerkhalter verklebt!



Der Holzstab, der die Mondwelle verlängert und die Mondkugel trägt, wird aus einem der Zahnstocher hergestellt. Er hat einen Durchmesser von nur 2 mm, die Mondwelle dagegen rund 5 mm. Um die beiden zu verbinden, wird eine Reduziermuffe benötigt. Sie wird in den folgenden Schritten aus einem Stück des Karton-Trinkhalms und einem Streifen Papier angefertigt.

Schritt 9

Nimm einen Zahnstocher. Das wird der Holzstab, mit dem die Mondwelle verlängert und der die Mondkugel tragen wird. Schneide an einem Ende 10 mm ab, so dass er jetzt ein spitzes und ein stumpfes Ende hat. Schneide dann den 13 cm langen und 8 mm breiten Papierstreifen (rechts auf dieser Seite) aus und ziehe ihn mehrfach über eine Kante, so dass er sich zu rollen beginnt. Klebe ein Ende des Papierstreifens am stumpfen Ende des Holzstabs fest, so dass er bündig mit ihm ist, und rolle den Streifen nach dem Trocknen zunächst noch ohne weiteren Klebstoff fest zu einer 8 mm breiten Papierwalze um den Holzstab. Prüfe, ob sich die Walze ohne viel Zwischenraum in den Karton-Trinkhalm stecken lässt. Falls sie zu dick ist, kürze den Streifen etwas. Rolle den Streifen auf und klebe ihn dann auf seiner ganzen Länge wieder fest. Prüfe vor dem Abbinden des Klebers noch einmal, ob die Walze noch immer in den Trinkhalm passt. Falls sie durch den Klebstoffauftrag zu dick für die Öffnung im Trinkhalm geworden ist, musst du von dem Streifen nochmals etwas entfernen. Gut trocknen lassen.

Schritt 10

Klebe die Walze mit dem Holzstab in das Ende des Trinkhalms, so dass sie ganz darin verschwindet und mit der Kante des Trinkhalms bündig ist. Vergewissere dich, dass der Holzstab nicht schräg im Trinkhalm sitzt, sondern möglichst genau in gerader Verlängerung aus ihm herausragt. Das kannst du leicht mit dem Auge kontrollieren, wenn du den Trinkhalm in der Hand drehst oder auf deiner Arbeitsfläche hin und her rollst. Gut trocknen lassen und dann den Holzstab schwarz einfärben.

Ersatz-Papierstreifen

Papierstreifen zum Umwickeln des Holzstabes

Schritt 11

Miss von dem Ende des Trinkhalms, in dem der Holzstab steckt, 16 mm ab und schneide den Halm dort mit einem scharfen Messer möglichst grade durch. Das geht am besten, wenn du mit wenig Druck das Messer hin und her führst. So verknickt die Kartonröhre nicht und das Messer schneidet sich langsam immer tiefer durch den Trinkhalm.

Jetzt ist die Reduziermuffe fertig.

Schritt 12

Stecke die fertige Reduziermuffe mit dem Holzstab auf die Mondwelle des Uhrwerks. Es ist wichtig, dass sie einen festen Halt hat und nicht lose auf ihr sitzt. Sie wird jedoch nicht auf die Mondwelle geklebt! Vergewissere dich, dass sie von allen Seiten gesehen rechtwinklig auf dem Uhrwerk steht. ***Tipp:*** *Damit die Muffe besonders gut sitzt, kannst du sie innen mit einer dünnen, gleichmäßigen Schicht Klebstoff bestreichen und* ***gut trocknen lassen.*** *Stecke sie dann erneut auf – sie hält jetzt noch fester auf der Welle, ohne auf ihr festzukleben.*

Entsorgungshinweise Uhrwerk:



Entsorgung: Das Produkt muss per Gesetz zur Entsorgung an einer Sammelstelle für Elektroaltgeräte abgegeben werden, um eine umweltgerechte Entsorgung zu gewährleisten. Elektro- und Elektronikaltgeräte dürfen nicht zusammen mit dem unsortierten Siedlungsabfall entsorgt werden. Solche Geräte können gefährliche und umweltgefährdende Stoffe enthalten. Die Entsorgung über den Restmüll ist verboten. Enthält das Gerät Batterien oder Akkus, die nicht fest verbaut sind, müssen diese vor der Entsorgung entnommen und getrennt nach den gesetzlichen Bestimmungen entsorgt werden. Leere Batterien können am einfachsten dort entsorgt werden, wo neue Batterien gekauft werden. Dies trägt zum Schutz der Ressourcen und der Umwelt bei. Informationen sind auch bei den örtlichen Stadt- und Gemeindeverwaltungen erhältlich.

Batterie: Benötigt eine 1,5 V AA Mignon Batterie. Nicht im Lieferumfang enthalten! Die Batterien immer nach der vorgegebenen Polarität eingesetzen. Bei längerem Nichtgebrauch sollten die Batterien entnommen werden.

Schritt 13

Stecke den Uhrwerkhalter von unten in den Sockel. Erst den Holzstab durch das Loch, dann die vier hochgefalzten Seitenteile. Die vier kleinen schwarzen Laschen innen im Sockel, die nicht festgeklebt wurden, müssen dabei an der Sockelwand anliegen, sonst wird es zu eng.

Wenn die vier Seitenteile des Uhrwerkhalters innen an der Sockeldecke anstoßen, hat das Uhrwerk die richtige Position. Jetzt werden die vier kleinen schwarzen Laschen nach innen gedreht, so dass sie den Uhrwerkhalter in seiner Position festhalten. Dafür wurden in Schritt 6 die 4 Ecken abgeschrägt.

Stelle den Sockel vor dich hin und drehe ihn langsam. Vergewissere dich auf diese Weise noch einmal, dass der Holzstab von allen Seiten gesehen rechtwinklig auf dem Sockel steht.

Schritt 14

Entferne den Zahnstocher aus der Mondkugel, der das Loch offengehalten hat. Stecke sie, noch bevor sich das Loch wieder ganz schließt, so tief auf den Holzstab, dass der Abstand zwischen Sockeloberfläche und Mondkugel 25 mm beträgt.

Tipp 1: *Halte dabei mit der anderen Hand das Uhrwerk fest und verbiege dabei nicht den Holzstab. Wenn Du die Kugel wieder etwas herausziehen willst, musst du gleichzeitig den Holzstab festhalten, sonst ziehst du ihn ungewollt samt Reduziermuffe vom Uhrwerk ab.*

Tipp 2: *Um die Höhe der Mondkugel schon jetzt ganz genau zu einzustellen, kannst du die Vorderseite der Mondeinfassung* ***[C1, Bogen 2]*** *aus dem Karton lösen, die vier Seitenteile nach hinten falzen und das Teil wie eine Messschablone verwenden. Der Mond soll sich genau in der Mitte des runden Ausschnitts befinden. Lege die Mondeinfassung dann beiseite, sie wird erst ganz zum Schluss benötigt.*

Tipp 3: *Um die richtige Mondphase einzustellen, musst du das kleine Stellrad drehen, das sich auf der Unterseite des Uhrwerks befindet. Drehe lieber nicht an der Mondkugel selber, um die Reduziermuffe nicht zu belasten.*

Abschnitt B: Der Rahmen

Der Rahmen wird seitlich am Sockel befestigt und bildet über ihm eine 9 x 9 cm große quadratische Öffnung, in deren Mitte der Mond steht. Er wird aus dem Hauptteil und den drei Innenwand-Teilen zusammengebaut. Die drei Innenwände werden in einer festgelegten Reihenfolge am Hauptteil des Rahmens und untereinander verklebt. Dafür sind die Laschen und Klebeflächen zusätzlich zu den Klebemarkierungen mit den Kreisziffern ① bis ⑩ nummeriert.

Auf der Rückseite des Rahmens befindet sich oben ein Loch, an dem die Monduhr bei Bedarf an der Wand aufgehängt werden kann.

Schritt 15

Löse den Hauptteil des Rahmens **[B1, Bogen 3]** aus dem Karton und falze alle Nutlinien kräftig nach hinten. ***Option****: Kartonkanten einfärben.*

Schritt 16

Falze bei der oberen Innenwand **[B2, Bogen 3]** alle Laschen nach hinten. ***Option:*** *Kartonkanten einfärben.* Mache das Loch für die Aufhängung frei und klebe die Verstärkung 1 **[B5, Bogen 3]** auf die markierte Stelle der Rückseite, und darauf noch die Verstärkung 2 **[B6, Bogen 3]**. ***Option:*** *Vorher Kartonkanten einfärben.* Klebe dann die Lasche ① mittig auf die Klebefläche ① des Hauptteils. Achte darauf, dass die gefalzte Kante der oberen Innenwand genau auf der Schnittkante des Hauptteils liegt.

Schritt 17

Falze bei der rechten Innenwand **[B3, Bogen 3]** alle Laschen nach hinten, mit Ausnahme der Lasche ③, die nach vorne gefalzt wird. ***Option:*** *Kartonkanten einfärben.* Klebe dann die Lasche ② auf die Klebefläche ② des Hauptteils mit der Falzkante genau auf der Schnittkante, und nach dem Antrocknen die Lasche ③ auf die Klebefläche ③ auf der Rückseite der oberen Innenwand. Es entsteht eine Ecke der Innenwand mit einem stabilen rechten Winkel. Klebe nach dem Antrocknen die Lasche ④ auf die Klebefläche ④, wieder mit der Falzkante genau auf die Schnittkante des Hauptteils, und danach die drei mit ⑤ gekennzeichneten kleinen Laschen an ihren Platz.

Jetzt ist der rechte Schenkel des Rahmens fertig. Der Zusammenbau des linken Schenkels erfolgt genau so, nur spiegelbildlich:

Schritt 18

Falze bei der linken Innenwand **[B4, Bogen 1]** alle Laschen nach hinten, mit Ausnahme der Lasche ⑦, die nach vorne gefalzt wird. ***Option:*** *Kartonkanten einfärben.* Klebe dann die Lasche ⑥ kantengenau auf die Klebefläche ⑥ des Hauptteils, und nach dem Antrocknen die Lasche ⑦ auf die Klebefläche ⑦ auf der Rückseite der oberen Innenwand. Es entsteht eine zweite rechtwinklige Ecke der Innenwand. Klebe nach dem Antrocknen die Lasche ⑧ auf die Klebefläche ⑧ und danach die drei mit ⑨ gekennzeichneten kleinen Laschen an ihren Platz.

Jetzt ist auch der linke Schenkel des Rahmens fertig.

Schritt 19

Klebe die noch offene Lasche ⑩ der oberen Innenwand kantengenau auf die Klebefläche ⑩.

Jetzt ist der Rahmen fertig und muss nur noch mit dem Sockel verklebt werden.

Schritt 20

Stecke den Rahmen zunächst noch ohne Klebstoff auf den Sockel. Die beiden kleinen quadratischen Öffnungen oben im Rahmen zeigen dabei zur Rückseite des Sockels, also dorthin, wo der Name des Erbauers und die Jahreszahl steht. Sockel und Rahmen müssen hinten und unten mit ihren Kanten bündig sein, so dass sie in einem rechten Winkel zueinanderstehen. Klebe sie dann in dieser Position aneinander fest.



Abschnitt C: Die Mondeinfassung

Die Monduhr ist jetzt im Prinzip schon fertig und betriebsbereit. In diesem Abschnitt wird noch die Mondeinfassung ergänzt, die mit ihrem runden Ausschnitt die hintere Hälfte der Mondkugel verdeckt. Sie wird nur gesteckt und nicht geklebt, du kannst sie also auch wieder entfernen, wenn du den Mond lieber in der Mitte des leeren Rahmens schweben lassen willst.

Schritt 21

Löse die Ausschnitte für die Mondkugel und den Holzstab aus der vorderen Mondeinfassung **[C1, Bogen 2]** und falze alle vier Seitenteile nach hinten (falls das nicht schon bei Schritt 14 geschehen ist). Schiebe dann die Mondeinfassung von hinten so tief in den Rahmen, dass die Enden ihrer Seitenteile hinten mit dem Rahmen bündig sind. Sie verdeckt dann die hintere Hälfte der Kugel und auch des Holzstabes. Sollte die Mondkugel zu hoch oder zu tief sitzen, kannst du ihre Position wie in Tipp 1 von Schritt 14 beschrieben korrigieren. Sollten die Seitenteile hinten etwas überstehen, obwohl die Mondeinfassung genau mittig bei der Mondkugel steht, kannst du diesen Überstand abschneiden.

Schritt 22

Schneide die hintere Mondeinfassung **[C2]** aus dem beiliegenden Kartonbogen aus, nute die gestrichelten Linien und falze auch hier alle vier Seitenteile nach hinten. Stecke sie dann mit den Seitenteilen voran von hinten in die vordere Mondeinfassung und schiebe sie so tief hinein, dass sie bündig mit dem Rahmen ist. Die hintere Hälfte der Mondkugel befindet sich jetzt in einer dunklen Kammer, so dass von hinten kein Licht mehr neben der Kugel durchscheinen kann. Die Liste mit jeweils vier Vollmonddaten für die kommenden Jahre hilft dir, bei Bedarf die Monduhr neu zu justieren, z. B. nach einem längeren Stillstand.

Schritt 23 (optional)

Der Sockel der Monduhr ist unten offen, was nicht weiter stört, wenn sie in einem Regal oder auf einem Tisch steht. Wenn die Uhr an der Wand hängt, kann man aber von unten in den offenen Sockel blicken. Für diesen Fall kannst du die Sockelboden-Abdeckung **[A4]** ausschneiden und von unten in den Sockel stecken. Sie wird nicht festgeklebt und lässt sich deshalb leicht wieder herausnehmen, z. B. um die Mondphase zu verstellen oder die Batterie zu wechseln.

Jetzt ist deine Monduhr fertig, und du kannst stolz sein auf ein selbstgebautes Präzisionsgerät zur kontinuierlichen Anzeige der Mondphasen.



Fragen und Antworten:

? Wie stelle ich die momentane Phase auf der Monduhr ein?

! Auf der Internetseite *www.der-mond.de* findest du neben vielen anderen wertvollen Informationen über den Mond auch ein Bild der momentanen Mondphase, das fortwährend aktualisiert wird.

? Die Mondkugel schleift manchmal an einer Seite des runden Ausschnittes in der Mondeinfassung. Was kann ich tun?

! Das liegt wahrscheinlich daran, dass der Holzstab nicht ganz gerade in der Reduziermuffe steckt. Vielleicht sitzt auch die Mondkugel nicht mittig auf dem Holzstab, oder beides. In diesem Fall müssen die entsprechenden Schritte der Bauanleitung noch einmal durchgeführt werden. Reservematerial für einen neuen Holzstab und eine neue Reduziermuffe ist im Bausatz enthalten oder kann leicht beschafft werden. Wenn nicht, einfach eine E-Mail an *service@astromedia.de* senden.

? Wie genau zeigt die Monduhr die Phasen des Mondes an?

! Wie schon oben beschrieben, geht das Uhrwerk sehr genau, mit einer Abweichung von nur ca. 10 Minuten im Jahr. Der Mond selber allerdings kann auf Grund des Einflusses der Sonne und der Lage seiner elliptischen Bahn einen Umlauf von Neumond zu Neumond **(Lunation)** um bis 6 Stunden schneller oder 7 Stunden langsamer als im Durchschnitt absolvieren. Weil das aber weniger als einem Prozent einer Mondkugel-Umdrehung entspricht, fällt das für das Auge nicht auf. Im Laufe eines längeren Zeitraums gleichen sich diese Abweichungen wieder aus.

? Warum sind auf der Mondkugel keine Krater usw. abgebildet?

! Die schwarz-weiße Kugel zeigt nur die sich ändernde **Lichtgestalt des Mondes** an und stellt nicht

etwa auch die Mondoberfläche selbst dar. Der Mond wendet uns nämlich bei seinem Umlauf immer dieselbe Seite zu und zeigt uns nie seine Rückseite (die Astronomie spricht hier von gebundener Rotation). Das ist mit einer sich drehenden Kugel natürlich nicht darstellbar. Deshalb werden auf ihr auch keine Mondkrater o.ä. abgebildet, sondern nur Licht und Dunkelheit.

? Kann man die Monduhr überall auf der Erde benutzen?

! Nein, sie zeigt nur auf der nördlichen Erdhälfte die Mondphase so an, wie sie auch am Himmel zu sehen ist. Für Orte auf der südlichen Erdhälfte müsste man die Monduhr auf den Kopf stellen (oder das Uhrwerk müsste umgekehrt laufen), weil dort für einen aus dem Norden kommenden Beobachter die Mondphasen seitenverkehrt aussehen. Sonne und Mond gehen auf der südlichen Erdhalbkugel zwar auch im Osten auf und im Westen unter, aber weil man sie nicht wie bei uns von links über den südlichen Horizont nach rechts laufen sieht, sondern von rechts über den nördlichen Horizont nach links, sieht auch die Abfolge der Mondphasen umgekehrt aus.

? Wie bewegt sich der Mond um die Erde?

! Der Mond kreist vor dem Hintergrund des Fixsternhimmels in etwa vier Wochen um die Erde und erreicht nach ca. 27,32 Tagen (± 6 bis 7 Stunden) wieder denselben Fixstern. Diese Zeitspanne nennt man einen **siderischen Monat.** Da sich die Sonne in dieser Zeit aber auch weiterbewegt, dauert es länger, bis er wieder dieselbe Stellung zur Sonne eingenommen hat (also z.B. von Neumond zu Neumond), nämlich im Schnitt 29 Tage, 12 Stunden und 44 Minuten (± 6 bis 7 Stunden). Man nennt diesen Mondmonat auch **synodischen Monat** oder **Lunation.**

? Wie entstehen die Mondphasen?

! Der Mond hat, wie die Erde, eine annähernd kugelförmige Gestalt. Er wird ununterbrochen von der Sonne beleuchtet (außer natürlich bei einer Mondfinsternis), weshalb eine Mondhälfte immer hell ist und die andere dunkel bleibt. Steht der Mond von uns aus gesehen in derselben Richtung wie die Sonne, haben wir Neumond. Sie bescheint ihn dann von hinten und er ist nicht zu sehen, weil er uns nur seine schwarze, unbeleuchtete Seite zeigt. In den Tagen nach Neumond entfernt er sich nach links immer weiter von der Sonne. Dabei sehen wir immer mehr von seiner beleuchteten und immer weniger von seiner dunklen Seite: Erst als zunehmende Sichel, nach einer Woche als zunehmender Halbmond, nach ca. 11 Tagen als Dreiviertelmond. Schließlich steht er nach knapp 15 Tagen als Vollmond der Sonne genau gegenüber, das ist dann die Halbzeit der Lunation. Danach nimmt der Mond in umgekehrter Reihenfolge wieder ab: Er wird zum Dreiviertelmond, zum Halbmond und kurz vor Neumond zur abnehmenden Mondsichel.

Die Zeitspanne ab Neumond (selten auch ab Vollmond) wird in Tagen gezählt und als Mondalter bezeichnet.

? Wie kann ich das Mondalter ablesen?

! Blicke so auf die Trennlinie zwischen der hellen und der dunklen Mondhälfte, den sogenannten **Terminator,** dass sie wie eine gerade Linie aussieht, und verlängere sie in Gedanken nach unten auf den Sockel mit der Mondalter-Skala. Da das Mondalter mit Neumond beginnt, wird es bei zunehmendem Mond auf der vorderen Hälfte der Skala abgelesen, bei abnehmendem auf der hinteren (wenn diese nicht gerade von der Mondeinfassung verdeckt wird).

? Haben Ebbe und Flut etwas mit den Mondphasen zu tun?

! Ja, sogar sehr viel. Vereinfacht lautet die Erklärung so: Der Mond übt eine Anziehungskraft auf die Erde aus und damit auch auf das Wasser in den Ozeanen. So entsteht auf der mondzugewandten Seite der Erde ein leichter Wasserberg in den Meeren, und durch die Fliehkraft des sich drehenden Erde-Mondsystems auf der gegenüber liegenden Seite der Erdkugel ebenfalls. Dort ist **Flut.** Rechtwinklig dazu, zwischen den beiden Flutzonen, entstehen dann zwei leichte Wassertäler: Dort ist **Ebbe.**

Stünde der Mond immer an derselbe Stelle vor dem Fixsternhimmel, würden die beiden Wasserberge (Flut) und die beiden Wassertäler (Ebbe) wegen der Erdrotation in 24 Stunden einmal um die Erdkugel wandern; es gäbe also alle 12 Stunden eine Flut und um 6 Stunden versetzt alle 12 Stunden eine Ebbe. Doch der Mond hat ja eine Eigenbewegung vor dem Fixsternhimmel (s.o.), wodurch er jeden Tag etwa 50 Minuten später aufgeht. Und dadurch verspätet sich jede Flut und jede Ebbe gegenüber der vorangehenden um etwa 25 Minuten.

In Wirklichkeit ist die Sache jedoch noch komplizierter, und die Berechnung der **Tiden** oder **Gezeiten,** wie man den Wechsel von Ebbe und Flut nennt, ist eine anspruchsvolle Wissenschaft für sich. Denn der Einfluss des Mondes wird überlagert von dem der Sonne, und hinzu kommt noch der Einfluss der Küstenformen, der großen Meeresströmungen und des Windes. Nur so viel noch: Stehen Sonne und Mond von der Erde aus gesehen in einer Linie, also bei **Vollmond** und **Neumond,** verstärken sich ihre Gravitationskräfte und es kommt zu einer **Springtide:** einer besonders hohen Flut, gefolgt von einer besonders niedrigen Ebbe. Stehen sie rechtwinklig zueinander, also bei zu- oder abnehmendem **Halbmond,** ist die Summe ihrer Gravitation geringer und Ebbe und Flut fallen deutlich schwächer aus. Man spricht dann von einer **Nipptide.**

? Spielt die Mondphase eine Rolle bei Sonnen- und Mondfinsternissen?

! Ja, eine ganz wichtige. Denn eine Sonnenfinsternis kann nur bei **Neumond** eintreten, wenn der **Mond vor der Sonne** steht und seinen Schatten in Richtung Erde wirft. Etwa zweimal im Jahr trifft der Schatten mit seiner Spitze auf die Erdoberfläche und überquert sie als großer dunkler Fleck. Wer sich gerade darin befindet, und nur der, sieht dann die Sonne für kurze Zeit verfinstert. Bei allen anderen Neumondstellungen verfehlt der Mondschatten die Erde. Eine Sonnenfinsternis kann man nur bei **Tag** sehen, verständlicherweise.

Eine **Mondfinsternis** kann nur bei **Vollmond** eintreten, wenn sich **Sonne und Mond gegenüberstehen.** Etwa zweimal im Jahr durchquert der Mond den Schatten, den die Erde weit in den Weltraum hinauswirft. Er verfinstert sich dann, aber nicht völlig, sondern erscheint in einem rötlichen oder bräunlichen Licht. Bei allen anderen Vollmondstellungen läuft der Mond über oder unter dem Erdschatten vorbei. Eine Mondfinsternis kann übrigens jeder Mensch auf der Erde sehen, allerdings nur wenn bei ihm **Nacht** ist, weil sich der Vollmond ja nur dann über dem Horizont befindet.

Wir wünschen dir noch viele interessante Stunden mit deiner selbstgebauten Monduhr!

Klaus Hünig

MDU-INT-1026

30-fache Vergrößerung!

Den Mond ganz einfach mit HT-Rohren entdecken!

Unser **Baumarkt-Teleskop** bietet erstklassiges Zubehör und eine ausführliche Bauanleitung, um sich mit preisgünstigen Rohrteilen aus dem Baumarkt und etwas Bastelspaß und Geschick ein erstklassiges keplersches Einsteiger-Teleskop zu bauen.

Überall dort, wo es AstroMedia gibt.



AstroMedia

Der Verlag der Wissen schafft

AstroMedia GmbH • Im Wirrigen 30 • 45731 Waltrop • Germany • astromedia.de