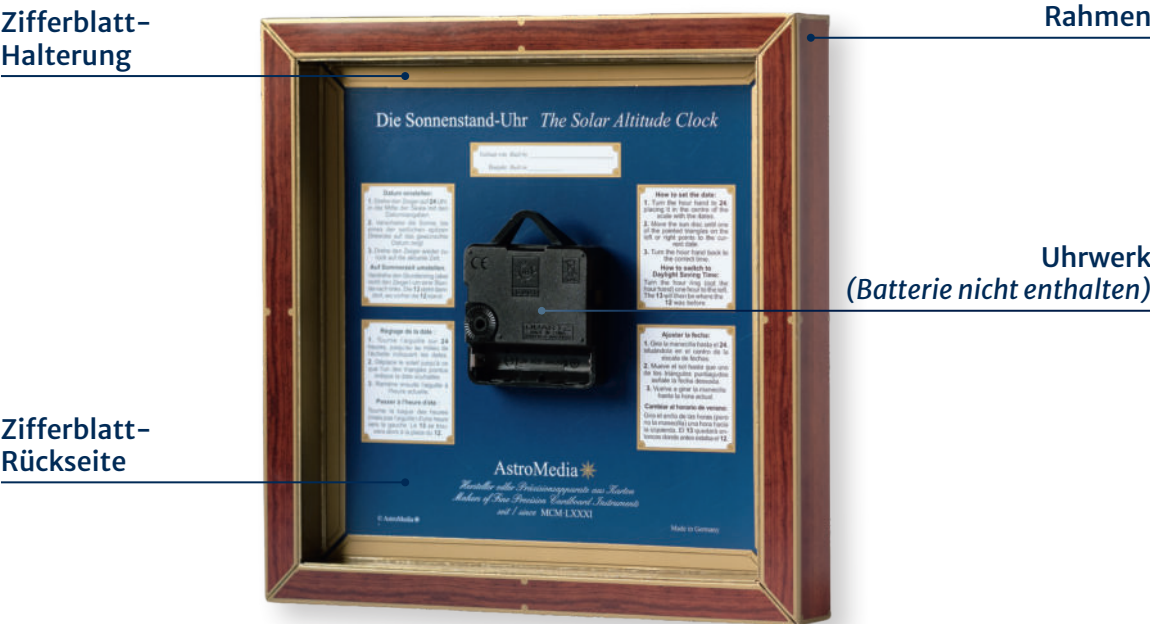


Bauanleitung

Die Sonnenstand-Uhr



AstroMedia

Astronomie zum Anfassen

Die Sonnenstand-Uhr

Astronomische Uhren mit Anzeige des Sonnengangs

Die Mutter aller astronomischen Uhren ist die Sonnenuhr. Der Schatten, den die Sonne wirft, wandert im Lauf des Tages über das Zifferblatt. Dabei zeigt er drei wichtige astronomische Daten an: die Zeit, die Richtung der Sonne und auch ihre Höhe über dem Horizont (denn je höher die Sonne am Himmel steht, umso kürzer wird der Schatten, und umgekehrt). Dass sich die Zeiger unserer mechanischen Uhren von links nach rechts bewegen („im Uhrzeigersinn“), ist übernommen von der Schattenbewegung der Sonnenuhren.*

So gesehen ist jede Zeigeruhr mit einem 24-Stunden-Zifferblatt im Grunde auch eine astronomische Uhr. Astronomische Uhren mit Sonnenanzeige benötigen immer ein solches Zifferblatt, so wie diese Sonnenstand-Uhr auch. Ein 12-Stunden-Zifferblatt, wie es heute fast alle Uhren haben, kann astronomische Vorgänge nicht anzeigen, denn der Zeiger macht ja zwei Runden pro Tag.**

Es gab und gibt aber auch spezielle mechanische Uhren, bei denen sich eine Sonnenscheibe über das Zifferblatt bewegt, die je nach Jahreszeit unterschiedlich große Bögen beschreibt. Dazu gehören einige der berühmten astronomischen Uhren aus dem Mittelalter, die in Kirchen und an Rathäusern angebracht wurden.

Ein bekanntes Beispiel ist die Prager Rathausuhr aus dem Jahr 1410. Diese technischen Meisterwerke und das Können der Astronomen und Uhrmacher vor 600 Jahren fordert uns größte Hochachtung ab.

Auch heute noch werden astronomische Wand- und sogar Armbanduhren hergestellt. Sie sind sehr aufwändig in der Herstellung und damit auch sehr teuer.

Die Sonnenstand-Uhr von AstroMedia steht in der Tradition dieser astronomischen Uhren, denn sie zeigt den Gang der Sonne genau so anschaulich, allerdings zu einem sehr viel niedrigerem Preis. Das ist möglich, weil sie als Bausatz konzipiert und die hoch komplizierte Mechanik durch eine manuelle Nachführung ersetzt ist.



Das Zifferblatt der **Prager Rathausuhr**. Das Sonnensymbol ist gut erkennbar. Was noch alles angezeigt wird, wird auf Wikipedia ausführlich erklärt.

Was zeigt die Sonnenstand-Uhr von AstroMedia?

Die Sonnenstand-Uhr hat ein batteriebetriebenes 24-Stunden-Uhrwerk mit nur einem Stundenzeiger, der aber die Zeit auf wenige Minuten genau anzeigen kann. Auf ihm sitzt eine kleine Sonnenscheibe, die sich mit ihm im Laufe von 24 Stunden einmal im Kreis bewegt, so wie die Sonne am Himmel. Sie zeigt dann, wo und wann die Sonne am Osthorizont aufgeht, um 12 Uhr ihren höchsten Stand erreicht („kulminiert“) und am Westhorizont untergeht. Du kannst sie sogar bei ihrem Gang unter dem Horizont verfolgen: Dazu dient die dunkelblaue Nachtscheibe auf dem Zifferblatt. Sie wird passend für deinen Ort ausgeschnitten und mit der Uhrwerksbefestigung auf dem Zifferblatt fixiert. Du kannst dabei zwischen zahlreichen Orten auf der nördlichen Erdkugel wählen, vom Nordpol bis zum Äquator.

Die Sonnenscheibe wird je nach Jahreszeit auf dem Zeiger versetzt: Im Sommer ist ihr Platz ganz außen, so dass sie einen großen Bogen macht, wie die echte Sonne auch. Im Winter wird sie nach innen verschoben, dann beschreibt sie einen kleinen Bogen. Die Skala mit Datumsangaben unten auf dem Zifferblatt erlaubt dir eine fast tagesgenaue Einstellung.

Umstellung bei Sommerzeit

Wenn im Sommer die Uhren auf Sommerzeit umgestellt werden, dreht man normalerweise den Stundenzeiger einfach eine Stunde weiter. Das geht aber bei einer astronomischen Uhr wie dieser nicht, denn dann würde sie dir alles eine Stunde zu früh anzeigen, den Aufgang der Sonne, ihren Höchststand usw.. Die Umstellung auf Sommerzeit ändert ja nichts an dem, was am Himmel passiert, wir verändern nur die Zählweise der Stunden.

Deshalb gibt es bei der Sonnenstand-Uhr eine Besonderheit: Die Stundenziffern liegen auf einem Ring, und den kannst du zu Beginn der Sommerzeit um eine Stunde nach links verdrehen. Dann steht oben die 13 statt der 12. Das kommt auf dasselbe heraus wie eine Verdrehung des Zeigers um eine Stunde nach rechts, mit einem Unterschied: Die astronomische Anzeige des Sonnenstands wird nicht verfälscht.

Gut zu wissen: Nähere Informationen, auch zu der nicht immer gleichen Bewegungsgeschwindigkeit der Sonne und damit zur Genauigkeit der Sonnenstand-Uhr, finden sich am Ende der Bauanleitung unter **Fragen und Antworten**.

* Nebenbei bemerkt: Wären die ersten mechanischen Uhren nicht auf der Nordhälfte der Erde, sondern z.B. in Südafrika, Südamerika oder Australien erfunden worden, hätten sich deren Zeiger höchstwahrscheinlich von rechts nach links gedreht, also „gegen den Uhrzeigersinn“ wie wir es kennen. Denn dort geht die Sonne zwar auch im Osten auf und im Westen unter, aber mittags steht sie im Norden, nicht wie bei uns im Süden. Ihr täglicher Gang verläuft von rechts nach links und der Schatten einer Sonnenuhr ebenfalls.

** Das geht auf die Einteilung in eine helle und eine dunkle Tageshälfte mit jeweils 12 Stunden zurück, die schon im alten Ägypten praktiziert wurde.

Dieser Bausatz enthält:

- 4 Stanzbögen aus 0,4 mm starkem Konstruktionskarton
- 1 Ausschneidebogen für die Nachtscheibe
- 1 Stück Schleifpapier
- 24-Stunden-Uhrwerk inkl. Gummi-Arretierungsscheibe, Messing-Unterlegscheibe und Mutter, Betrieb mit einer handelsüblichen AA-Batterie (nicht enthalten)
- 1 Stundenzeiger



Was du für den Zusammenbau noch brauchst:

- Eine feste, ebene **Arbeitsfläche** mit einer **Schneideunterlage**, z.B. einer selbstheilenden Schneidematte*, bei der sich Einschnitte wieder schließen
- Ein scharfes **Messer*** oder ein Skalpell*, u.a. zum Durchtrennen der Haltestege in den Kartonplatten
- Eine gut schneidende **Schere***
- Ein **Falzbein*** oder einen kleinen **Löffel** zum Nachziehen scharfer Falzlinien
- Einen guten **Alleskleber**, z.B. Tesa Alleskleber*. Lösungsmittelhaltiger Alleskleber ist besser geeignet als wasserbasierter lösungsmittelfreier Kleber: Er trocknet schneller und wellt den Karton nicht. Praktisch ist auch eine kleine **Präzisions-Klebstoffflasche*** zum Nachfüllen.
- Ein **Lineal*** oder ein Geodreieck*, u.a. hilfreich beim Falzen langer gerader Linien
- Ein paar **Gummiringe** und/oder etwas **Kreppklebeband**, um Teile beim Trocknen des Klebers zu fixieren
- Eine **Kombizange** oder einen Schraubenschlüssel Gr. 11, um die Mutter auf dem Schraubhals des Uhrwerks anzuziehen
- Optional: **Filzstifte** in den Farben Schwarz* und Gold* zum Einfärben der Kartonkanten

* Gibt es auch im AstroMedia-Shop unter www.astromedia.de/Bastelutensilien

Bitte vor Beginn durchlesen:

Tipps für einen erfolgreichen Zusammenbau

1

Diese Bauanleitung ist in 35 kleine Schritte gegliedert. Das sieht zwar auf den ersten Blick nach viel Text aus, macht aber den Zusammenbau übersichtlich und sichert den Bauerfolg. Du wirst am Ende eine selbst gebaute astronomische Uhr in der Hand halten, auf die du stolz sein kannst!

2

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.

3

Am besten löst du die ausgestanzten Teile immer erst dann aus den Kartonplatten, wenn du sie benötigst. 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.

4

Die Flächen, auf die Klebstoff kommt, sind hellgrau bedruckt. Auf den Klebeflächen finden sich Symbole wie dieses: A2. Es gibt an, welches andere Teil hierhin geklebt werden soll. Das Symbol zeigt dir, dass hier das Teil mit sich selbst verklebt wird.

Bei den vier Rahmenteilen steht bei jedem Klebesymbol noch eine Zahl in einem Kreis, z.B. ③. Sie zeigt dir die Reihenfolge an, in der die Stellen verklebt werden.

Beachte: Die grauen Klebeflächen sind meist etwas kleiner als das, was darauf geklebt wird, damit es nicht zu unerwünschten „Blitzern“ kommt (schmalen überstehenden Farbrändern).

5

Die genuteten Linien werden gefalzt. *Nach vorne falzen* bedeutet, dass du beim Blick auf die Kartons Vorderseite *zu dir hin falzen* musst, *nach hinten falzen* bedeutet *von dir weg*. Die Falze kannst du mit einem Falzbein oder einem kleinen Löffel nachziehen, damit sie zu scharf geknickten Kanten werden.

6

Kennst du diesen Basteltipp zum schnellen Verkleben von kleinen Flächen? Trage einseitig eine nicht zu dünne Schicht Alleskleber auf und drücke die Teile zusammen. So verteilt sich der Kleber auf

beiden Seiten. Ziehe dann die Teile wieder auseinander, entferne ggf. die Klebstofffäden und blase ein paar mal darüber. Wenn du dann die Teile passgenau und kräftig zusammendrückst, hält die Klebung sofort.

7

Größere Klebeflächen kannst du beim Trocknen pressen, z.B. mit ein paar Büchern auf einer ebenen Fläche, damit sich die Teile nicht wölben.

8

Mit „Option“ sind Hinweise gekennzeichnet, die du ausführen kannst, aber nicht musst.

Bauanleitung

Bitte lies jeden Schritt vorher ganz durch. Und nimm dir genügend Zeit, dann macht es auch mehr Spaß!

Abschnitt A: Das Zifferblatt

Das Zifferblatt wird aus zwei Lagen zusammengebaut. Die Rückseite besteht aus einem quadratischen Stück, die Vorderseite aus einem Rahmen und einem Mittelteil, zwischen denen ein ringförmiger Schlitz bleibt. In den wird dann im nächsten Abschnitt der bewegliche Stundenring eingebaut.

Schritt 1

Löse den Rand des Zifferblatts **[A1]**, den Stundenring **[B1]** und die Mitte des Zifferblatts **[A2]** aus **Bogen 1**. Sei dabei vorsichtig, damit an den schmalen Stellen keine Knicke entstehen.

Nach dem Zusammenbau muss sich der Stundenring leicht in der Lücke zwischen dem Rand und der Mitte des Zifferblatts drehen können. Dafür musst du seine Ränder mit Sandpapier leicht abschleifen, auch die Ränder der angrenzenden Teile:

Schritt 2

Stelle den Stundenring **[B1]** senkrecht auf deine Arbeitsfläche und halte ihn ganz unten gut fest. Fahre dann mit Schleifpapier die untere Innenkante gleichmäßig entlang, bis etwas weißer Staub entsteht: Er zeigt dir, dass tatsächlich Karton abgeschliffen wird. Drehe ihn dann ein Stück weiter und schleife auch dort, und dann noch einmal, bis du die ganze Innenkante leicht beschliffen hast.

Für die Außenkante fasst du den Ring am besten unten an und ziehst ihn über das Schleifpapier, das auf der Arbeitsunterlage liegt. Drehe den Ring da-

bei ein wenig. Fahre fort, bis die ganze Außenkante gleichmäßig leicht beschliffen ist. Beschleife dann die Zifferblattmitte **[A2]** an ihrer Außenkante auf gleiche Weise.

Schritt 3

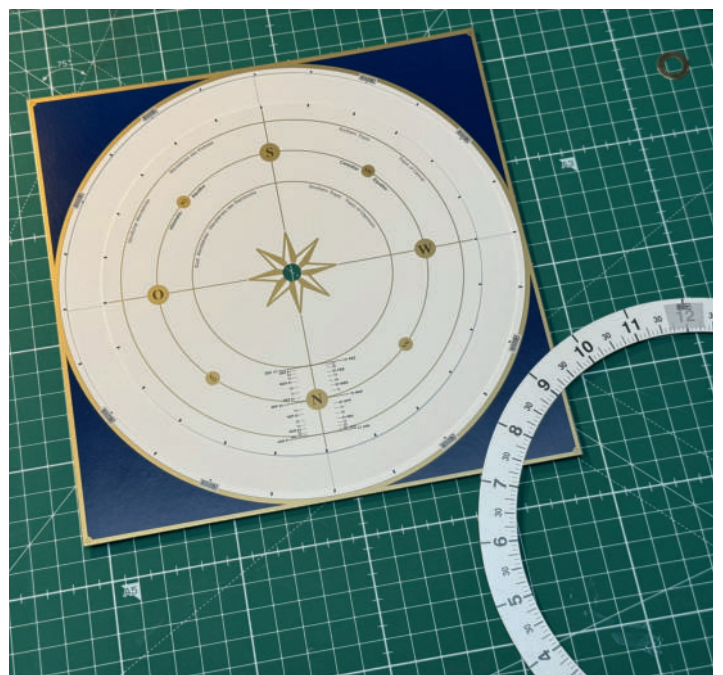
Die Innenkante des Zifferblattrands **[A1]** wird ähnlich wie die Innenkante des Stundenrings beschliffen. Sei dabei besonders vorsichtig, weil er so dünne Stellen hat.

Schritt 4

Löse die Rückseite des Zifferblatts **[A3]** aus **Bogen 2** und lege sie mit der farbig bedruckten Seite auf deine Arbeitsfläche. Klebe darauf den Rand des Zifferblatts **[A1]**. **WICHTIG:** Achte darauf, dass alle Symbole, auch die auf der Rückseite, dieselbe Ausrichtung bzw. Leserichtung haben und dass die Außenkanten der beiden Teile genau bündig sind. Wische austretenden Klebstoff an der runden Innenkante des Zifferblattrands weg, damit sich später der Stundenring frei drehen kann. Gut trocknen lassen.

Schritt 5

Lege das Zifferblatt so vor dich, dass der untere Rand zu dir, der obere weg von dir zeigt (oben und unten erkennst du an der Rückseite). Lege dann den Stundenring so in das Zifferblatt, dass die **12** oben steht und die Stundenstriche vom Ring ohne Versatz nach außen in ihre Verlängerungen übergehen. Lege dann zur Probe die scheibenförmige Zifferblattmitte **[A2]** ins Zentrum der Rückseite. Die **Süd-Markierung** zeigt dabei nach oben, zur **12** hin, und die Stundenstriche setzen sich ohne Versatz in den Stundenring fort. Die Löcher in der Mitte liegen genau übereinander. So soll die Scheibe im folgenden Schritt festgeklebt werden.



Schritt 6

Halte die Mittelscheibe fest, so dass sie sich nicht verdrehen kann, und nimm den Stundenring wieder heraus, er wird ja nicht verklebt. Im Zwischenraum für den Stundenring siehst du oben, unten, rechts und links dünne Linien. Merke dir, wo diese dünnen Linien auf die dicken Stundenstriche stoßen. Das hilft dir, die Zifferblattmitte beim Verkleben auch ohne den Stundenring auszurichten.

Bestreiche die Zifferblattmitte auf der Rückseite mit Klebstoff, aber nur knapp bis zum Rand, damit nichts in den Zwischenraum für den Stundenring austreten kann, und klebe sie wieder so auf, wie du es im vorigen Schritt ausprobiert hast.

Tipp: Wenn du deinen Namen und das Herstellungsjahr auf die Uhr schreiben möchtest, ist jetzt eine gute Gelegenheit dazu.

Schritt 10

Löse die 8 Oberteile der Haltetaschen [B6 bis B13] aus **Bogen 3** und die 8 Unterteile [B14 bis B21] aus **Bogen 4**. Klebe je ein Oberteil kantengenau auf ein Unterteil. Gut trocknen lassen.

Option: Im oberen Bereich der Haltetaschen, wo sie mit Gold bedruckt sind, die Kante golden einfärben.

Schritt 11

Klebe die Haltetaschen auf die 8 gekennzeichneten Stellen auf dem Zifferblattrand. Ihr goldener Rand ist dabei bündig mit dem goldenen Rand auf dem Zifferblatt, und der schwarze Strich deckt sich genau mit dem Strich auf dem Stundenring. Gut trocknen lassen.

WICHTIG: Der Klebstoff darf nur auf den Zifferblattrand gelangen, nicht auf den Stundenring! Er muss sich ja noch drehen können. Falls ihn doch ein Klebstoffrest festhält, kannst du vorsichtig ein Messer unter die Haltetaschen schieben um ihn zu befreien.

Prüfe, ob sich der Ring immer noch gut drehen lässt.

Abschnitt B: Der Stundenring

Damit du den Stundenring bei Umstellung auf Sommerzeit verschieben kannst, braucht er an zwei gegenüber liegenden Stellen eine Verstärkung zum Anfassen. Außerdem noch acht kleine Halterungen, die ihn vor dem Herausfallen bewahren.

Schritt 7

Löse Griff 1 [B2] + [B3] und Griff 2 [B4] + [B5] aus **Bogen 3** und **4**. Klebe sie wie angegeben aufeinander, Kante genau auf Kante. Jetzt hast du 2 Griffe.

Schritt 8

Klebe die beiden Griffe mittig auf die **12** bzw. die **24** des Stundenrings, mit dem gleichen Abstand zu den Rändern. Die 5-Minuten-Striche helfen dir, sie genau zu positionieren. Genügend fest trocknen lassen.

Jetzt kommt der Test, ob sich der Stundenring auch gut in seiner Lücke drehen lässt:

Schritt 9

Lege den Stundenring so in seine Lücke, dass die **12** oben auf dem Zifferblatt steht und die **24** unten. Lässt er sich nur mit Kraft oder nicht ganz hindrücken? Dann schleife an den Rändern erst noch etwas mehr ab und versuche es dann erneut. Wenn der Klemmwiderstand an den Rändern der Lücke klein genug geworden ist, lässt er sich drehen. Eine Stunde zurück und dann wieder vor genügt.



Jetzt ist das Zifferblatt fertig. Die Nachtscheibe wird erst später angebracht, zusammen mit dem Uhrwerk.

Abschnitt C: Der Rahmen

Der Rahmen besteht aus den vier Teilen [C1 + C2, Bogen 3] und [C3 + C4, Bogen 4]. Sie werden an ihren Enden zu einem Quadrat verklebt, teils mit Klebelaschen, teils mit Eckverbindern. Die Reihenfolge ist durch die Kreiszahlen von ① bis ②② auf den grauen Klebemarkierungen vorgegeben.

Hinweis: Um die volle Breite eines Kartonbogens nutzen zu können, gehen die Rahmentteile bis zum seitlichen Bogenrand. Dort kann aber aus technischen Gründen nicht mehr gestanzt werden. Deshalb musst du noch 4 kleine Schnitte machen, dort wo die Scherensymbole sind.

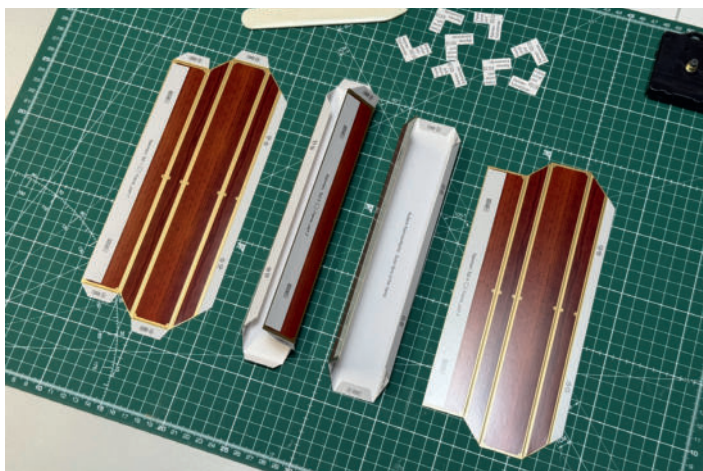
Schritt 12

Löse die Rahmenteile **[C1 und C2, Bogen 3]** und **[C3 und C4, Bogen 4]** aus dem Karton. Falze die Klebelaschen, auf denen die Kreiszahlen ⑤, ⑥, ⑦ und ⑧ stehen, nach vorne und alle anderen Falzlinien nach hinten.

Option: Färbe alle Schnittkanten golden, bei denen der Golddruck bis zum Rand geht. Die im 45°-Winkel geschnittenen Kanten werden genau aufeinander stoßen und damit unsichtbar bleiben.

Schritt 13

Löse auch die acht identischen Rahmen-Eckverbinder **[C5 bis C12, Bögen 3 und 4]** aus dem Karton. Sie werden für die Rückseite der Rahmenteile benötigt, dort wo die schräg gestanzten 45°-Kanten direkt aneinander stoßen.



Schritt 14

Lege die Rahmenteile **[C1]** und **[C2]** mit der farbigen Seite nach unten auf deine Arbeitsfläche und suche auf beiden die Klebeflächen mit der Kreiszahl ①. Die Kanten neben den Klebeflächen haben keine Klebelaschen und sind in einem 45°-Winkel gestanzt. Schiebe diese Kanten ganz dicht aneinander, so dass die Rahmenteile jetzt genau im rechten Winkel zueinander stehen. Klebe dann einen der Eckverbinder darüber.

WICHTIG: Auf der Vorderseite sollte kein Spalt zu sehen sein.

Schritt 15

Lege die Rahmenteile **[C1]** und **[C4]** so aneinander, dass die mit ② markierten 45°-Kanten spaltfrei aneinander stoßen. Klebe auch hier einen Eckverbinder darüber.



Schritt 16

Tue dasselbe mit den Teilen **[C4]** und **[C3]**: Klebe einen Eckverbinder über die mit ③ markierten Kanten. Schiebe dann die beiden letzten 45°-Kanten der Teile **[C3]** und **[C2]** mit der Markierung ④ aneinander und klebe auch hier einen Eckverbinder darüber. Gut trocknen lassen und dabei evtl. beschweren.

Damit steht die quadratische Grundstruktur des Rahmens fest. In den nächsten Schritten wirst du die Inneren Rahmenflächen miteinander verkleben, dann die Äußeren und zum Schluss die Hinteren Rahmenflächen.

Schritt 17

Richte die vier inneren Rahmenflächen auf, so dass sie senkrecht stehen. Falze die Klebelaschen ⑤ und ⑥ von Rahmenteil **[C1]** scharf nach vorne. Klebe sie dann auf die Klebeflächen ⑤ und ⑥ der angrenzenden Rahmenteile **[C2]** und **[C4]**.

Schritt 18

Falze die Klebelaschen ⑦ und ⑧ von Rahmenteil **[C3]** auch scharf nach vorne und klebe sie auf die Klebeflächen ⑦ und ⑧ der Rahmenteile **[C2]** und **[C4]**. Jetzt kannst du den künftigen Rahmen schon gut erkennen.

Schritt 19

Richte auch die vier äußeren Rahmenflächen senkrecht auf. Falze dann die vier Klebelaschen ⑨, ⑩, ⑪ und ⑫ noch einmal scharf nach und klebe sie der Reihe nach auf die grauen Flächen mit den selben Kreiszahlen.

Schritt 20

Klebe je einen Eckverbinder zur Hälfte auf die Klebeflächen ⑬ und ⑭ von Rahmenteil **[C1]**. Gut trocknen lassen.

Schritt 21

Bestreiche die lange Klebelasche ⑮ nicht zu knapp mit Klebstoff. Schiebe sie dann hinter die gegenüber liegende Kante, wo die graue Fläche auch mit ⑮ markiert ist. Achte darauf, dass diese Kante und die Rahmenfläche bündig sind.

Schritt 22

Wiederhole das selbe gegenüber: Klebe je einen Eckverbinder zur Hälfte auf die Klebeflächen ⑯ und ⑰ von Rahmenteil **[C3]**. Lasse sie gut antrocknen und klebe dann die Klebelasche ⑱ hinter die gegenüberliegende Kante.

Schritt 23

Biege alle vier überstehenden Eckverbinder leicht nach oben. Auf diese Weise verbinden sie sich besser mit den beiden letzten hinteren Rahmenflächen.

Schritt 24

Bestreiche die lange Klebelasche ⑲ nicht zu knapp mit Klebstoff, ebenso die überstehenden Eckverbinder neben der Klebelasche. Stecke sie dann hinter die gegenüberliegende Kante. Dabei klebt dieses hintere Rahmenteil auch an den Eckverbindern fest. Drücke die 45°-Kanten so gegeneinander, so dass sie möglichst spaltfrei aneinander stoßen. Halte den Rahmen in dieser Position, bis der Klebstoff hält. **Tipp:** Du kannst auch einen Gummiring oder ein Stück Kreppklebeband um den Rahmen spannen, bis der Klebstoff trocken ist.

Schritt 25

Wiederhole dasselbe mit der Klebelasche ⑳ und den letzten überstehenden Eckverbindern.

Schritt 26

Löse die vier Zifferblatt-Halterungen [D1-D4] aus den Bögen 1 und 2 und falze jede entlang der Nut scharf nach vorne. **Option:** Färbe die Kanten golden.

Schritt 27

Klebe die Halterungen auf die 4 grauen Flächen auf der Innenseite des Rahmens. Die schräg angeschnittenen Klebelaschen, auf die das Zifferblatt kommt, liegen dann etwa in der Mitte der Rahmenteile und zeigen nach innen. Ihre lange untere Kante ist mit der hinteren Rahmenkante bündig.

Schritt 28

Klebe das Zifferblatt auf die schräg angeschnittenen Laschen der vier Halterungen.

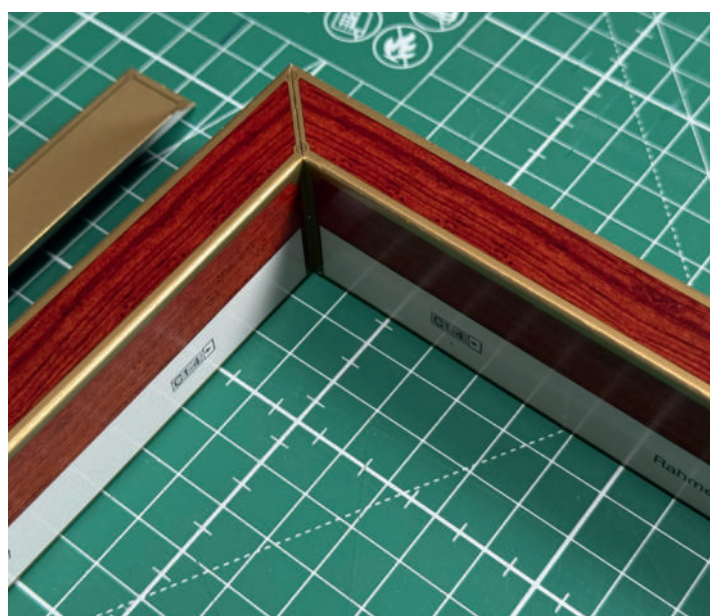


Abschnitt E: Die Nachtscheibe und die Montage des Uhrwerks

Die Nachtscheibe [E1 oder E2, Bogen 5] zeigt dir, wann und wo die Sonne auf- und untergeht und wie lange sie unter dem Horizont durch die Nacht wandert. Die Auf- und Untergangszeiten unterscheiden sich aber nicht nur nach der Jahreszeit, sondern auch nach der geografischen Breite eines Ortes, also danach, ob er weiter südlich oder nördlich liegt.

Deshalb liegt die Nachtscheibe dem Bausatz nicht fertig gestanzt bei, sondern wird je nach gewähltem Ort von Hand ausgeschnitten. Für Orte mit mittlerer Breite (zwischen 35° und 60°) wie z.B. in den meisten europäischen Ländern oder den USA gibt es für jeden zweiten Breitengrad eine eigene Nachtscheibe, was für die Ablesegenauigkeit ausreichend ist.

Die Ausschneidelinien befinden sich auf der Rückseite des Bogens. Damit sie nicht zu dicht beieinander liegen, wurden sie auf zwei Nachtscheiben verteilt. Die Nachtscheibe wird nicht festgeklebt, sondern nur unter der Uhrwerksmutter festgeklemmt. Du kannst sie also auch gegen eine andere austauschen.



Jetzt ist der Rahmen fertig. Im nächsten Schritt kann das Zifferblatt eingebaut werden.

Abschnitt D: Die Zifferblatt-Halterung

Das Zifferblatt wird mit vier Halterungen im Rahmen verklebt. Das gibt der Uhr eine solide Stabilität.



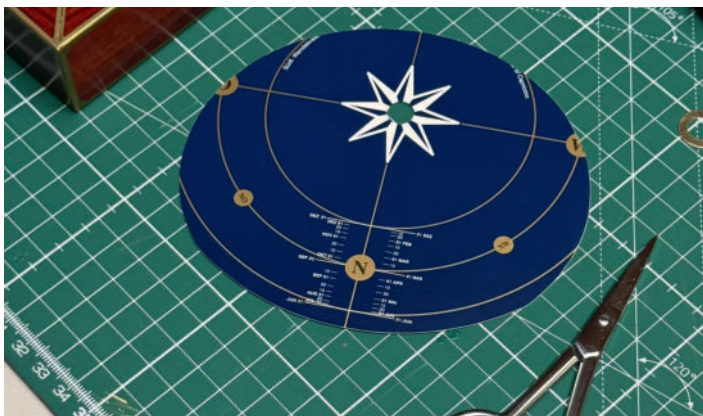
Schritt 29

Ermittle die geografische Breite des Ortes, für den du die Nachtscheibe ausschneiden willst. Auf Wikipedia findest du diese Angabe für jeden dort aufgeführten Ort, ebenso auf Google Earth. Wähle dann die Schnittlinie, die deinem Breitengrad am nächsten kommt, entweder auf Nachtscheibe 1 **[E1]** oder 2 **[E2]**. **Tipp:** Du kannst die Breitengradlinie vorher mit einem Farbstift nachziehen, dann wirst du sicherer beim Schneiden.

Schritt 30

Schneide mit einer Schere sorgfältig entlang deiner Breitengradlinie auf der Rückseite des Bogens. Schneide auch das Loch für das Gewinderohr des Uhrwerks aus, am besten mit einem scharfen Messer.

Lege dann die Nachtscheibe zur Probe auf das Zifferblatt. Was sie verdeckt, ist auch auf ihr aufgedruckt, es bleibt also alles sichtbar. Verschiebe sie vorsichtig, bis die Linien und Kreise und Texte am Rand der Nachtscheibe nahtlos in die Linien und Kreise und Texte auf dem Zifferblatt übergehen. So soll die Nachtscheibe ausgerichtet sein, wenn im nächsten Schritt die Uhrwerksmutter festgezogen wird. **Tipp:** Wenn das Loch in der Nachtscheibe nicht groß genug ist, kannst du es ruhig ein bisschen erweitern. Die Unterlegscheibe der Uhrwerksmutter wird diese Stelle dann sowieso abdecken.



Schritt 31

Lege eine Batterie ins Uhrwerk (beachte dabei die Ausrichtung der Pole). Schiebe dann die Arretierungs-Lochscheibe aus Gummi über das Gewinderohr, das aus dem Uhrwerk herausragt, die Seite mit der Aussparung nach unten. Diese Scheibe verhindert, dass sich das Uhrwerk verdreht, wenn die Messingmutter angezogen wird.

Stecke dann das Gewinderohr von hinten durch das Zifferblatt und die Nachtscheibe, schiebe von vorne die Unterlegscheibe aus Messing darüber und schraube dann die Mutter darauf. Ziehe die Mutter zunächst nur handfest an und überprüfe noch einmal den korrekten Sitz der Nachtscheibe. Wenn alles stimmt, kannst du die Mutter mit einer Kombizange oder einem Schraubenschlüssel fest anziehen.

Abschnitt F: Die Sonne und der Stundenzeiger

Bevor die Sonne auf dem Stundenzeiger befestigt werden kann, muss er noch auf die richtige Länge gekürzt und mit einer Spitze versehen werden.

Schritt 32

Lege den Zeiger auf die abgedruckte Schablone und schneide ihn zunächst vorne entsprechend der vorgegebenen Länge glatt ab. Gib ihm dann mit zwei schrägen Schnitten seine Spitze und entferne ggf. die Schutzfolie.



Schritt 33

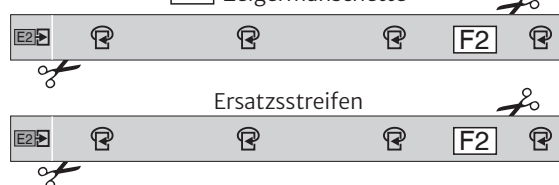
Schneide die Zeigermanschette für die Sonne **[F2, siehe unten]** aus und wickle sie zunächst ohne Kleber stramm um den Zeiger, so dass eine Art sehr flacher Ring entsteht, der sich auf dem Zeiger verschieben lässt. Klebe ihn dann so in sich selber fest. Auf den Zeiger darf dabei kein Kleber kommen. Prüfe nach dem Trocknen, ob sich die Manschette verschieben lässt, ohne zu locker zu sitzen. Sie darf nicht von alleine vom Zeiger herunter rutschen können. Falls die Manschette zu locker sitzt, schneide dir einfach einen neuen Papierstreifen und mache sie neu.

Schritt 34

Suche dir unter den 6 alternativen Sonnenscheiben **[F1a-f, Bogen 3+4]** diejenige aus, die dir am besten gefällt. Auf der Scheibe sind außen um das Sonnensymbol vier größere und vier kleinere Spitzen. Die größeren sollen genau in Längsrichtung bzw. quer zum Zeiger ausgerichtet werden. Klebe die Sonne so auf der Manschette fest. **Tipp:** Du kannst deine Sonne jederzeit gegen eine andere austauschen, wenn du zu einer anderen Farbe wechseln willst. Eine neue Manschette ist ja leicht gemacht.



[F2] Zeigermanschette





Schritt 35

Setze den Stundenzeiger auf die Stundenwelle des Uhrwerks. Er wird nur aufgesteckt und soll sich leicht auf ihr verstellen lassen. **Tipp:** Fasse den Zeiger am besten dort an, wo er auf dem Uhrwerk steckt. Stelle ihn zunächst auf die 24 und verschiebe die Sonnenscheibe mit der linken bzw. rechten Spitze auf das richtige Datum. Ist die Sonne an der richtigen Stelle, wird die Uhrzeit mit dem Zahnrad am Uhrwerk eingestellt. Stelle auch den Stundenring richtig ein: In der Winterzeit befindet sich die 12 über dem Süden (S), in der Sommerzeit die 13. Mehr zur Umstellung auf Sommerzeit findest du in den Fragen und Antworten im nächsten Abschnitt.

Deine Sonnenstand-Uhr ist nun fertig. Herzlichen Glückwunsch! Du hast mit eigenen Händen eine sehr besondere astronomische Uhr gebaut, die es so nirgends zu kaufen gibt.

Einige Fragen und Antworten:

?!

Was kann ich auf der Sonnenstand-Uhr alles ablesen?

- Zunächst natürlich die Zeit, und zwar auf wenige Minuten genau.
- Den Lauf der Sonne:
 - Vom 21. März bis 23. September steht sie oberhalb des Himmelsäquators, dem mittleren der drei goldenen Ringe. * Das ist das Sommerhalbjahr. Sie geht dann mehr im Nordosten auf und im Nordwesten

unter. Um den 21. Juni macht sie ihren höchsten und längsten Tagbogen (über dem Horizont, d. h. außerhalb der Nachtscheibe) und ihren kürzesten Nachtbogen (unter dem Horizont, innerhalb der Nachtscheibe). Das ist der Tag der Sommersonnenwende.

- Vom 23. September bis 21. März, also im Winterhalbjahr, steht sie unterhalb des Himmelsäquators. Sie geht dann mehr im Südosten auf und im Südwesten unter. Um den 21. Dezember macht sie ihren tiefsten und kürzesten Tagbogen und ihren längsten Nachtbogen. Das ist die Wintersonnenwende. **
- Um den 20. März ist die Frühjahrs-Tagundnachtgleiche (Frühlings-Äquinoktium) und um den 23. September die Herbst-Tagundnachtgleiche (Herbs-Äquinoktium). An diesen Daten sind Tag und Nacht gleich lang. Die Sonne läuft dann genau auf dem Himmelsäquator und geht genau im Osten auf und im Westen unter. Das gilt übrigens für jeden Ort auf der Erde. **

- Den Höchststand der Sonne: Der Zeiger steht dann senkrecht nach oben und zeigt auf die 12 (nach Umstellung auf Sommerzeit auf die 13, s.u.).
- Den Ort und die Zeit von Sonnenauf- und -untergang, die sich von Tag zu Tag verändern. Die Sonne steht dann genau auf der Horizontlinie, dem Rand der Nachtscheibe.
- Die Himmelsrichtung, in der die Sonne gerade steht.

* Auf dem Zifferblatt sieht es so aus, als liefe sie außerhalb des Himmelsäquators. Das liegt an der zweidimensionalen Darstellung der Himmelskugel.

** Die genauen Daten können von Jahr zu Jahr leicht schwanken, lassen sich aber im Internet leicht recherchieren, z.B. auf www.timeanddate.de



Wie stelle ich die Sonne auf das richtige Datum ein?

Stelle den Zeiger auf die tiefste Position, in die Mitte der Skala für das Datum. Verschiebe dann die Sonnenscheibe, bis die rechte bzw. die linke seitliche Spitze auf das gewünschte Datum zeigt, und stelle dann den Zeiger wieder zurück. Das ist meist nur einmal pro Woche nötig. Um die Tag- und Nachtgleichen muss die Sonne allerdings etwas häufiger verstellt werden, dafür um die Sommer- und Wintersonnwen- de seltener. (Du kannst statt dessen natürlich auch bis Mitternacht warten, dann musst du den Zeiger nicht verstellen.)



Wann muss ich die Uhr auf Sommerzeit um- stellen?

Drehe den beweglichen Ziffernring in der Nacht zum letzten Sonntag im März um eine Stunde nach links. Die 13 steht dann dort, wo vorher die 12 war. In der Nacht zum letzten Sonntag im Oktober drehst du ihn wieder zurück. Das ist die seit 1996 in der EU geltende Regelung, die sich aber auch wieder ändern kann.

Manchmal stimmt die Anzeige der Sonnen- stand-Uhr nicht genau mit dem Gang der Sonne am Himmel überein. Woran liegt das?

Es gibt tatsächlich Unterschiede zwischen dem Gang der Sonnenstand-Uhr und dem Gang der Sonne am Himmel, das ist unvermeidlich. Sie verändern sich im Laufe des Jahres, fallen aber meist nicht groß auf. Das hat zwei Gründe:*

Der eine Grund ist die Einteilung in Zeitzonen, nach denen sich unsere heutige Uhrzeit richtet, und der andere die natürlichen Schwankungen im Jahreslauf, denen der Gang der Sonne unterliegt. (Du kannst die Sonnengang-Uhr aber auch der Sonne am Himmel anpassen, das wird bei der nächsten Frage erklärt.)

- Zeitzonen gibt es erst seit dem Ende des 19. Jahr- hundert. Bis dahin stellten die Menschen ihre Uh- ren nach der Sonne. Weil aber die Sonne die Erde von Osten nach Westen umrundet**, geht sie an östli- cher gelegenen Orten früher auf als an weiter west- lich gelegenen und erreicht dort auch früher ihren höchsten Stand, den Mittagsstand im Süden. Da galt dann also jeweils eine andere Zeit.



Diese nur vom Lauf der Sonne bestimmte Zeit nennt man Wahre Sonnenzeit oder Wahre Ortszeit, abgekürzt „WOZ“. Zwischen zwei Orten, die in Ost-West-Richtung um einen Längengrad auseinanderliegen, beträgt der Zeitunterschied 4 Minuten. Orte, die nördlich oder südlich voneinander liegen und damit auf demselben Längengrad, haben dagegen immer die gleiche Wahre Ortszeit.***

- Dazu kommt noch eine wenig bekannte Eigenschaft der Sonne: Verglichen mit einer sehr genauen Uhr verringert sie zwei mal im Laufe des Jahres ihre Geschwindigkeit und steigert sie dann wieder (von der Erde aus gesehen). Ein Sonnenzeit-Tag kann deshalb bis zu 29 Sekunden länger oder kürzer sein als ein Uhrwerks-Tag von 24 Stunden. Das klingt nach wenig, aber die Sekunden summieren sich, so dass eine Sonnenuhr im Vergleich zu einem Uhrwerk um bis zu 14 ½ Minuten nachgehen kann (am 12. Februar) und um bis zu 16 Minuten vor (am 3. November). Man kann deshalb auch sagen: Die von der Sonne getaktete Zeit dehnt sich im Lauf des Jahres zwei mal aus und zieht sich wieder zusammen. Die Wahre Ortszeit WOZ atmet sozusagen.

Man hat schon früh begonnen, diese Schwankungen über das Jahr rechnerisch auszugleichen zu einer Mittleren Ortszeit MOZ. Die Differenz zwischen der WOZ einer Sonnenuhr und der MOZ nennt man Zeitgleichung.

- Mit dem Aufkommen der Eisenbahn mussten auch Fahrpläne erstellt werden. Dafür wurde eine über größere Strecken gleichmäßige und einheitliche Zeit benötigt. Deshalb führte man gegen Ende des 19. Jahrhunderts weltweit 24 Zeitzonen ein. In jeder Zeitzone galt einheitlich die Mittlere Ortszeit MOZ eines bestimmten Längengrades.

Für unsere Mitteleuropäische Zeit MEZ ist das der 15. östliche Längengrad, auf dem zum Beispiel Görlitz liegt. Dessen Mittlere Ortszeit ist die einheitliche Uhrzeit für die gesamte Mitteleuropäische Zeitzone. Das gilt auch für so weit auseinander liegende Länder wie Polen und Spanien, in denen die Wahre Ortszeit um bis zu 2 ¼ Stunden auseinander liegen kann.

Es liegt also an der ost-westlichen Lage deines Standorts innerhalb deiner Zeitzone und am Voreilen und Zurückbleiben der Sonne, dass die Anzeige deiner Sonnenstand-Uhr nicht immer mit dem tatsächlichen Stand der Sonne übereinstimmt.

* Am Uhrwerk liegt es nicht: Es hat nach Herstellerangaben eine Abweichung von nur ± 30 Sekunden pro Monat (bei 25° C).

** „Die Sonne umrundet die Erde von Osten nach Westen“. Das ist richtig vom Standpunkt eines Beobachters auf der Erde aus gesehen. Für ihn steht die Erde fest und die Sonne bewegt sich. Ebenso gut kannst du aber auch sagen: „Die Sonne steht fest und die

Erde dreht sich von West nach Ost“. Das stimmt genauso, nur vom Standpunkt eines Beobachters im Weltraum aus gesehen.

*** Das liegt daran, dass Sonne für ganze Umdrehung der Erde (oder die Erde für eine ganze Umdrehung, bezogen auf die Sonne) 24 Stunden braucht, also 1440 Minuten, und dabei 360 Längengrade überstreicht. Das sind pro Grad 4 Minuten. Würzburg liegt z. B. auf dem 10. östlichen Längengrad, Görlitz auf dem 15. Die Differenz von 5 Grad mal 4 Minuten ergibt 20 Minuten. Um soviel tritt der Wahre Mittag in Würzburg später ein als in Görlitz.



Kann ich meine Sonnenstand-Uhr auf Wahre Ortszeit umstellen? Würde dann die Sonne auf der Uhr genau so gehen wie die echte Sonne?

Ja, wenn die Sonnenstand-Uhr auf WOZ umgestellt wird, stimmen Uhr und Sonne überein. Sie würde dann zwar nicht mehr unsere normale Zeit anzeigen, aber dafür hast du dann sicher andere Uhren. Da das Uhrwerk immer gleichmäßig läuft, die echte Sonne aber nicht, musst du den Zeiger der Sonnenstand-Uhr alle paar Tage etwas verstellen, je nach dem Unterschied z.B. zwischen 12:00 Uhr unserer Normalzeit und 12:00 Wahrer Ortszeit WOZ, dem Wahren Mittag. Es gibt Internetseiten mit dieser Information*, aber es geht auch analog mit einer Rechenscheibe, die es als einfachen Bausatz bei AstroMedia gibt.** Dort stellst du deinen Ort, das Datum und die momentane Uhrzeit ein kannst dann die Wahre Ortszeit ablesen.

* www.timeanddate.de/astrologie/mittag
Dort suchen nach „Wann ist der wahre Mittag in Ihrer Stadt?“

** www.astromedia.de/Die-Wahre-Zeit-Uhr



Kann ich die Nachtscheibe gegen eine andere austauschen?

Das geht ganz einfach: Schneide die gewünschte Nachtscheibe aus. Ziehe den Zeiger vom Uhrwerk ab, löse die Mutter und entferne die Unterlegscheibe. Tausche die Nachtscheibe aus und richte sie genau an den Elementen des Zifferblattes aus. Setze Unterlegscheibe und Mutter wieder auf das Gewinderohr des Uhrwerks und ziehe sie fest.

Brauchst du einen zusätzlichen Bogen mit Nachtscheiben, vielleicht weil du mal sehen willst, wie sich die Sonne am Polarkreis oder in den Tropen bewegt? Den gibt es hier: www.astromedia.de/Ersatzbogen-einzeln



Geht die Uhr auch auf der südlichen Erdhälfte richtig, z.B. in Südafrika?

Nein, nur auf der Nordhalbkugel. Für die Südhalbkugel wird ein Uhrwerk benötigt, bei dem sich der Stundenzeiger nach links dreht.



Gibt es noch andere astronomische Uhren von AstroMedia?

Ja, z. B. Die Monduhr mit einer zweifarbigen Kugel, die von einem stark unteretzten Uhrwerk in gut 29 Tagen einmal gedreht wird und kontinuierlich die aktuelle Mondphase anzeigt. Weitere mechanische Uhren mit astronomischen Anzeigen in der Art der Sonnenstand-Uhr sind in Vorbereitung.

Darüber hinaus gibt es Bausätze für Sonnenuhren, darunter auch Spezial-Zeitmesser wie Die Ringsonnenuhr, Die Kompass-Sonnenuhr und Die Digital-Sonnenuhr.

Diese Uhr geht nach dem Mond. Ganz genau.



Und wie der Mond geht diese **astronomische Uhr** auch sehr langsam. Bis die Mondkugel einmal alle ihre Phasen gezeigt hat, vergehen 29 Tage, 12 Stunden und 44 Minuten – exakt die durchschnittliche Dauer von einem Neumond zum nächsten.