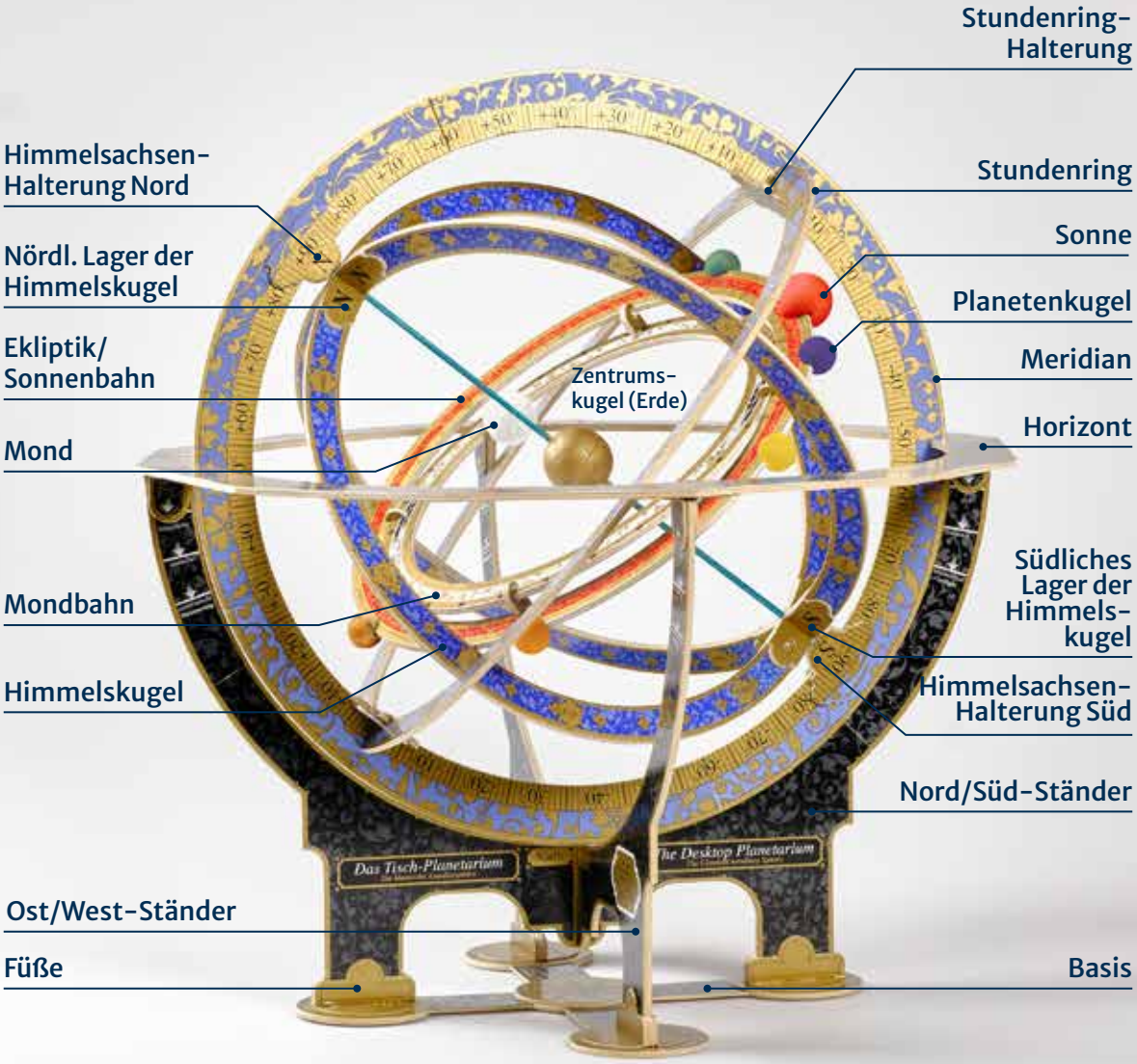
DE

Bauanleitung

Das Tisch-Planetarium



AstroMedia

Astronomie zum Anfassen

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

Das Tisch-Planetarium

Mit dieser Armillarsphäre, einem der wichtigsten Geräte der Astronomie, setzt AstroMedia eine Tradition fort, die weit ins Altertum zurück reicht. Der Name „Armillarsphäre" wurde im christlichen Mittelalter aus den lateinischen Wörtern sphaera „Kugel" und armilla „Armreif, Ring" gebildet und bedeutet so viel wie „Kugel aus Ringen". Man kann sie als einen Himmelsglobus beschreiben, der auf die astronomisch relevanten Ringe reduziert ist.

Die Armillarsphäre wurde erstmals um 300 v. Chr. in Schriften griechischer Astronomen erwähnt, geht aber sehr wahrscheinlich auf Vorbilder aus Babylonien zurück. Auch in China ist sie mindestens seit 2.000 Jahren bekannt, und bei den Arabern genoss sie als âlat dât al halaq („Instrument mit den Ringen") eine besonders hohe Wertschätzung. Um die Genauigkeit für Beobachtungen zu steigern vergrößerten sie die Abmessungen der Geräte: In Kairo stand eine Armillarsphäre mit fast 5 m Durchmesser!

Bis ins 16. Jahrhundert blieb sie das wichtigste Instrument zur Beobachtung, Berechnung und Erklärung von Gestirnspositionen. Mit dem Dänen Tycho Brahe (1546 – 1601), dem letzten großen Astronomen vor der Erfindung des Fernrohrs, erreichte die Armillarsphäre in Form großer Ringinstrumente ihren Höhepunkt und war als Beobachtungsgerät kaum noch verbesserungsfähig.

In den folgenden Jahrhunderten wurden ihre didaktischen Vorzüge noch geschätzt, mit dem Aufkommen der Projektionsplanetarien und später der weit verbreiteten Astronomie-Programme für den PC fiel sie als Demonstrationsgerät fast ganz in Vergessenheit. Als Gegenbewegung zum Siegeszug der modernen Medien entsteht aber bei vielen Menschen ein starkes Bedürfnis, der Welt wieder handgreiflicher und nicht nur virtuell zu begegnen, und das forderte geradezu die Wiederentdeckung der Armillarsphäre als einer idealen Hilfe zum Kennenlernen und Verstehen der himmlischen Bewegungsvorgänge aus Beobachtersicht. Seit 1993 entwickelt AstroMedia deshalb unter der Bezeichnung „Tisch-Planetarium" wieder Armilarsphären, die in großen Stückzahlen nicht nur bei Liebhabern der Astronomie, Lehrern und Kursleitern Verbreitung gefunden und AstroMedia zu einem der größten Hersteller weltweit gemacht haben.

Die Einzelteile dieses Tischplanetariums, wie Horizontständer, Meridian, Himmelskugel, Sonnenbahn (Ekliptik) und Mondbahn bestehen aus 4 Lagen eines kräftigen Kartons und erreichen damit fast die Stabilität von Sperrholz. Sonne, Mond und die anderen fünf klassischen Planeten werden durch elastische Kugeln dargestellt, die sich auf jede Position der Ekliptik bzw. der Mondbahn stecken lassen. Die um 5° gegen die Sonnenbahn versetzte Mondbahn mit beweglichen Mondknoten ist eine AstroMedia-Eigenentwicklung, die es so in der jahrhundertalten Geschichte der Armillarsphäre noch nicht gab.

Dieser Bausatz enthält:

- **16 Stanzbögen aus Konstruktionskarton 0,65 mm**
- **3 Rundhölzer 150 x 2,5 mm (Himmelsachse, davon 1 Reserve)**
- **3 Scheiben aus Hart-PVC 0,5 mm, Ø 8 x 2,7 mm (Gleitlager für Himmelskugel, 1 Reserve)**
- **2 Halbkugeln aus Holz Ø 25 mm mit 2,5 mm Bohrung (Zentrums- bzw. Erdkugel)**
- **4 Drahtstifte 13 x 1,25 mm (Halterungen für Ekliptik)**
- **2 Moosgummikugeln 20 mm mit Schlitz (Sonne und Mond)**
- **5 Moosgummikugeln 13 mm mit Schlitz (Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn) zum Anmalen**

Was Sie für den Zusammenbau noch benötigen:

- Eine feste, ebene Arbeitsfläche
- Einen normalen lösungsmittelhaltigen Alleskleber, z.B. Tesa oder UHU Alleskleber. Benutzen Sie keinen lösungsmittelfreien Alleskleber auf Wasserbasis oder Weißleim, sie weichen den Karton auf, wellen ihn und haften schlecht an den mit Drucklack geschützten Kartonoberflächen. Alleskleber auf Lösungsmittelbasis bindet auch viel schneller ab. Erfahrene Bastler werden an manchen Stellen auch gerne zu UHU Hart oder zu Sekundenkleber greifen, die besonders schnell trocknen.
- Ein scharfes Bastelmesser (sogen. Cutter-Messer, z.B. das AstroMedia Bastelmesser) oder ein Skalpell mit schlanker Spitze, um die Haltestege der gestanzten Teile durchzuschneiden und einige Zusatzschnitte in den Himmelsringen und der Ekliptik auszuführen, außerdem eine scharfe Schere für die Schnitte an der Mondbahn.
- Etwas feines Sandpapier zum Abschleifen von Kartonkarten und evtl. der Himmelsachse. Gut geeignet ist dafür auch die AstroMedia Sandblattfeile.
- Ein paar Wäscheklammern zum Fixieren frischer Klebestellen.
- Nur die zerlegbare Version: Einen Schraubendreher zum Festziehen der Buchschrauben.
- Falls die Planetenkugeln noch nicht gefärbt geliefert wurden, bitte farbige Filzstifte, wenn möglich lichtecht, um die Planetenkugeln zu bemalen. Beispielsweise Gelb für Merkur, Grün für Venus, Dunkelrot für Mars, Orange für Jupiter, Violett für Saturn, Hellrot für Sonne und Weiß für Mond.
- Einen goldenen Lackstift, für die Sonnenkugel (falls nicht Hellrot), die Himmelsachse und evtl.

die Kugel im Zentrum des Tischplanetariums (falls Sie sie nicht als Erdkugel gestalten wollen). Evtl. noch einen silbernen Lackstift für den Mond, falls sie ihn nicht weiß übermalen oder belassen wollen.

- Optional: Deckfarben zur Bemalung der Zentrumskugel, z.B. Blau, Weiß und Braun, je nachdem ob Sie einen „Blauen Planeten“ mit einer weißer Wolkendecke oder einen kleinen Miniglobus mit den Umrissen der Kontinente ins Zentrum des Tisch-Planetariums setzen wollen.

Wichtige Vorbemerkungen, bitte zu Beginn lesen: Verklebt oder zerlegbar?

- Sie können dieses Tisch-Planetarium wahlweise dauerhaft verkleben oder so zusammenbauen, dass es zerlegbar bleibt, z.B. wenn Sie es auf kleinem Raum verstauen oder auf Reisen mitnehmen wollen. Für die zerlegbare Version benötigen Sie noch 18 sogenannte Buchschrauben aus Messing, Schafthöhe und Schaftdurchmesser jeweils 5 mm, die Sie direkt bei AstroMedia bestellen können (Best. Nr. 434.BUS). **Bitte entscheiden Sie sich vor Baubeginn für eine der beiden Versionen, eine nachträgliche Änderung ist nicht mehr möglich**.
- Die meisten Teile sind für beide Versionen identisch. Die Teile, die nur für die **verklebte Version** bestimmt sind, haben eine Nummer, die mit „**v-**“ beginnt, die Nummern für die **zerlegbare Version** beginnen mit „**z-**“. Auch die Bauabschnitte für diese Teile sind verschieden: Für die verklebte Version gelten die grün markierten Abschnitte, für die zerlegbare die rot markierten. Der größte Teil der Bauanleitung ist für beide Versionen gleich.

Tipps für einen erfolgreichen Zusammenbau
Bitte vor Beginn durchlesen:

1 Die Bauanleitung ist kleinschrittig in die Abschnitte **A bis X** mit 82 Schritten gegliedert. Das sieht auf den ersten Blick nach viel Text aus, erleichtert und beschleunigt aber sehr den Zusammenbau und hilft Fehler zu vermeiden. Bitte lesen Sie jeden Schritt vorher ganz durch und gönnen Sie sich insgesamt je nach Erfahrung etwa 8 bis 12 Stunden für das Bastelvergnügen. Je sorgfältiger Sie Ihr Tisch-Planetarium zusammenbauen, umso besser wird es funktionieren und umso prächtiger wird es aussehen.

2 Jedes Teil trägt an einer geeigneten Stelle der Vorder- oder Rückseite seinen Namen oder zumindest seine Teilenummer. Diese besteht aus einem Buchstaben und einer Ziffer in einem weißen Rechteck, wobei der Buchstabe für den Bauabschnitt steht und die Ziffer in der Regel der Reihenfolge des Zusammenbaus entspricht: C1 v-R5 z-R5

3 Die Stellen, auf die etwas geklebt werden soll, sind durch graue Flächen gekennzeichnet. Flächen, die in der verklebten Version mit Klebstoff bestrichen werden, in der zerlegbaren aber frei von Klebstoff bleiben, sind mit grauen Punkten markiert.

4 Auf jeder Klebefäche steht ein **Symbol**, das aus einer kursiv gedruckten Teilenummer, einem Pfeil und einem kleinen offenen Rechteck besteht, z.B.: A2 Es bedeutet, dass das Teil, zu dem diese Nummer gehört, ganz oder teilweise an diese Stelle geklebt wird. Wenn die Klebefläche nicht grau, sondern grau punktiert ist, wird nur etwas aufgeklebt, wenn das Tisch-Planetarium nicht zerlegbar bleiben soll. Bitte beachten Sie, dass die Klebemarkierungen meistens allseitig einen Millimeter schmaler und kürzer sind als das darauf zu klebende Teil. Damit wird sichergestellt, dass die graue Markierungsfläche beim Bekleben in jedem Fall überdeckt wird.

5 Fast alle Teile des Tisch-Planetariums werden aus **4 Lagen Karton** zusammengeklebt, was ihnen die Steifigkeit von dünnem Sperrholz verleiht. Größere Teile werden aus sich überlappenden Einzelstücken zusammengesetzt.

6 Um die Kanten ganz glatt werden zu lassen, sollten Sie die kleinen **Haltestege**, mit denen die Teile in den Kartonbögen gehalten werden, mit einem Messer sauber durchschneiden und bei Bedarf nach dem Zusammenkleben mit Sandpapier beschleifen. Das optionale Einfärben mit einem goldenen Lackstift sollte vor dem Verbauen der Teile durchgeführt werden.

7 **Nur verklebte Version:** Die 5 mm großen Löcher, die sich in vielen Teilen befinden, müssen nicht freigemacht werde. Die Kartonreste in den Löchern werden einfach überklebt.

7 **Nur zerlegbare Version:** Die 5 mm großen Löcher, die sich in vielen Teilen finden, müssen vor dem Verkleben frei gemacht werden.

8 Es empfiehlt sich, größere flache Teile, die aufeinander geklebt werden, beim Trocknen auf einer ebenen Fläche etwas zu pressen, damit sie sich nicht wölben.

9 Die **Falzlinien** sind durch kleine Schnitte vorbereitet. Im Text bedeutet **„nach vorne falzen“** zu mir hin, wenn ich auf die goldbedruckte Vorderseite des Kartons blicke, **„nach hinten falzen“** von mir weg.

Einen ausführlichen bebilderten Baubericht von Michael Monscheuer findest du unter:

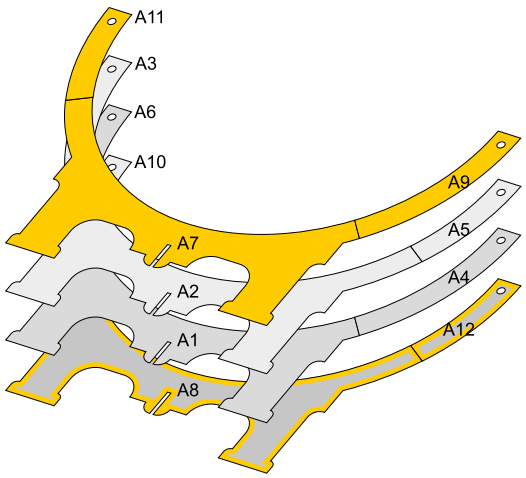
https://michelswunderland.de/solderiron/planets.html

Bauanleitung

Bitte lesen Sie jeden Schritt vorher ganz durch.

Abschnitt A: Der Nord/Süd-Ständer

Das Horizontgestell des Tisch-Planetariums besteht aus der kreuzförmigen, flachen Basis, den beiden darauf befestigten Ständern, die rechtwinklig ineinander stecken, und dem wiederum an ihnen befestigten Horizont. Derjenige Ständer, der unter dem Nord- und dem Südpunkt des Horizonts befestigt wird, wird als „Nord/Süd-Ständer“ bezeichnet. Er ist daran zu erkennen, dass er eine halbkreisförmige durchgehende Rundung hat, die später den Meridanring aufnehmen wird. Der andere Ständer ist der „Ost/West-Ständer“. Er hat am Boden seiner Rundung eine halbkreisförmige Vorwölbung mit einem Schlitz zur Führung des Meridianrings. Wie die meisten Teile des Tisch-Planetariums bestehen die Ständer aus 4 Lagen Karton: Den beiden inneren Lagen, die mit ihren Vorderseiten gegeneinander geklebt werden, und den beiden äußeren, die farbig bedruckt sind.



Schritt 1

Kleben Sie die beiden Innenteile 1 und 2 des Nord/Süd-Ständers **[A1, Bogen 15 + A2, Bogen 16]** kantengenau mit ihren Vorderseiten gegeneinander. Da die Teile asymmetrisch sind, steht auf jeder Seite ein Stück über.

Tipp: *Achten Sie gut darauf, dass Sie wirklich die Vorderseiten miteinander verkleben und nicht versehentlich die Rückseiten. Nur so kommt es bei den 4 Kartonlagen des Ständers zu einer Überlappung der einzelnen Teile, ähnlich wie sich bei einem Mauerwerk die Ziegel überlappen. Wenn Sie den Klebesymbolen folgen und die Teilenummern beachten, können Sie nichts falsch machen. Darüber hinaus können Sie die Vorderseite eines Kartonstücks auch an der Form des Stanzschnittes erkennen: Da er immer von der Vorderseite her ausgeführt wird, sind die Schnitte dort etwas breiter.*

Schritt 2

Kleben Sie den inneren Arm 1 **[A3, Bogen 5]** auf die mit dem Klebesymbol gekennzeichnete Fläche des Ständer-Innenteils 2 **[A2]**. Sein eines Ende stößt spaltfrei an das Innenteil 1 **[A1]**, das andere mit dem Loch steht jetzt ebenfalls über. Drehen Sie den Ständer um und kleben Sie den inneren Arm 2 **[A4, Bogen 6]** in gleicher Weise auf die andere Seite. Auch er steht über.

Tipp: *Fahren Sie vor dem Anziehen des Klebers mit den Fingerspitzen an den Kanten entlang und prüfen Sie so, ob sie genau übereinander liegen.*

Schritt 3

Drehen Sie den Ständer erneut um und kleben Sie den inneren Arm 3 **[A5, Bogen 15]** auf das überstehende Ende des soeben angebrachten inneren Armes 2 **[A4]**. Dabei schließt auch er spaltfrei an das innere Ständerteil an und die Löcher der beiden inneren Armteile decken sich. Wenden Sie dann den Ständer erneut und kleben Sie den inneren Arm 4 **[A6, Bogen 15]** an die gekennzeichnete Stelle.

Der Innenteil des Nord/Süd-Ständers ist damit fertig und muss nur noch mit den farbig bedruckten Außenteilen beklebt werden.

Tipp: *Die Klebesymbole geben zwar genau vor, welches Außenteil wohin zu kleben ist, da aber die Fertigstellung des Ständers selbsterklärend ist und die Teile der Vorder- und Rückseite austauschbar sind, können sie die Klebesymbole in diesem Fall auch ignorieren.*

Schritt 4

Kleben Sie die Außenseite 1 des Nord/Süd-Ständers **[A7, Bogen 13]** auf die eine Seite des Innenteils und die Außenseite 2 **[A8, Bogen 14]** auf die andere. Die Stoßkanten auf dem Innenteil werden dabei

überklebt. Achten Sie wieder gut darauf, dass alle Kanten genau übereinander liegen. Kleben Sie dann noch die beiden langen äußeren Armstücke 1 und 2 **[A9, Bogen 1 + A10, Bogen 2]** sowie die beiden kurzen Armstücke 3 und 4 **[A11 + A12, Bogen 13]** auf die verbliebenen freien Flächen.

Abschnitt B: Der Ost/West-Ständer

Der Zusammenbau des Ost/West-Ständers erfolgt in gleicher Weise wie beim Nord/Süd-Ständer, und bis auf den Buchstaben B an Stelle des A ist auch die Nummerierung identisch.

Schritt 5

Kleben Sie die Innenteile 1 und 2 **[B1, Bogen 15 + B2, Bogen 16]** mit den Vorderseiten gegeneinander.

Schritt 6

Kleben Sie die beiden langen, überstehenden inneren Arme 1 und 2 **[B3, Bogen 7 + B4, Bogen 8]** auf die gekennzeichneten Flächen des Ständer-Innenteils.

Schritt 7

Kleben Sie dann die beiden inneren Arme 3 und 4 **[B5 + B6, Bogen 16]** an ihren Ort.

Das Innenteil des Ost/West-Ständers ist damit fertig.

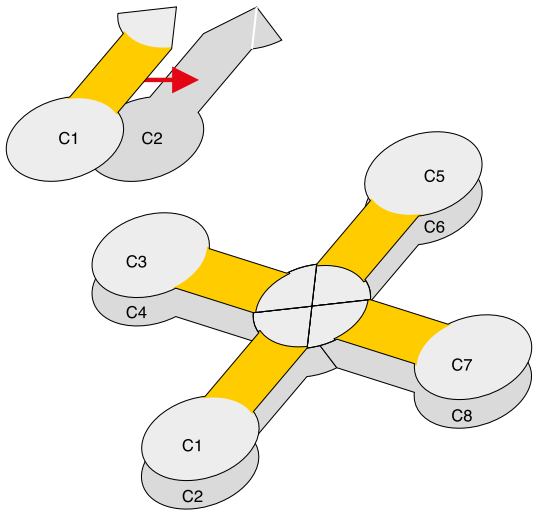
Schritt 8

Bekleben Sie das Innenteil des Ost/West-Ständers mit den Außenteilen 1 und 2 **[B7, Bogen 13 + B8, Bogen 14]** sowie mit den Armteilen 1 bis 4 **[B9, Bogen 3 + B10, Bogen 4 und B11 + B12, Bogen 14]**. Lassen Sie beide Ständer ganz durchtrocknen, am besten leicht beschwert auf einer ebenen Fläche, bis sie ihre volle Steifigkeit erlangt haben.

Tipp: *Das Durchtrocknen kann länger dauern als man denkt, weil das Lösungsmittel aus den inneren Verklebungen sich nur langsam verflüchtigt, und gilt für alle Teile des Tisch-Planetariums, die aus 4 Lagen zusammengeklebt werden.*

Schritt 9

Stecken Sie nach dem Durchtrocknen die beiden Ständer kreuzweise ineinander. Falls der Schlitz in den Mitten der Teile zu eng oder zu kurz ist, erweitern Sie ihn vorsichtig etwas. Die ineinander gesteckten Ständer müssen mit allen 4 Beinen wackelfrei auf einer ebenen Fläche stehen können.



Abschnitt C: Die Basis

Die Basis besteht aus vier Armen, die zu einem Kreuz zusammengeklebt werden. Im Zentrum und an den Enden der Arme befinden sich Kreise, die auf Vorder- und Rückseite noch mit Scheiben verstärkt werden. Die Arme werden jeweils aus zwei nicht ganz deckungsgleichen Schichten zusammengeklebt, so dass an einem Ende auf jeder Seite ein Stück übersteht. Damit werden die Arme zur Kreuzform verbunden.

Schritt 10

Kleben Sie das obere und untere Teil von Arm 1 **[C1, Bogen 1 + C2, Bogen 5]** kantengenau mit ihren Rückseiten gegeneinander. Der Arm ist damit zweilagig, nur an der künftigen Kreuzungsstelle steht auf beiden Seiten ein einlagiges Stück von der Form eines Tortenstücks über. Kleben Sie in gleicher Weise das Ober- und Unterteil von Arm 2 **[C3, Bogen 2 + C4, Bogen 6]**, Arm 3 **[C5, Bogen 3 + C6, Bogen 7]** und Arm 4 **[C7, Bogen 4 + C8, Bogen 8]** zusammen.

Schritt 11

Kleben Sie die überstehenden „Tortenstücke“ auf und unter die gekennzeichneten „Tortenstücke“ der benachbarten Arme. Es bildet sich ein Kreuz mit einer Scheibe in der Mitte.

Schritt 12

Kleben Sie die unteren Scheiben 1 bis 4 **[C9, C10 + C11, Bogen 15 und C12, Bogen 16]** auf die gekennzeichneten runden Enden der 4 Arme sowie die untere Scheibe 5 **[C13, Bogen 14]** in die Mitte.

Schritt 13

Drehen Sie die Basis um und kleben Sie auf die 4 Enden der Arme die oberen Scheiben 1 bis 4 **[C14, C15 + C16, Bogen 13 und C17, Bogen 14]**. Die grauen Klebemarkierungen auf der Oberseite dieser Scheiben sind in der Mitte durch einen grau punktierten Strich geteilt. Dieser Strich soll zur Mitte der

Basis zeigen, also parallel zum Arm verlaufen. Kleben Sie auch die drei oberen Scheiben 5, 6 und 7 **[C18 + C19, Bogen 16 und C20, Bogen 14]** aufeinander und dann auf die Mitte der Basis.

Die Basis ist damit fertig. Achten Sie darauf, dass sie beim Austrocknen flach liegt und sich nicht verzieht.

Abschnitt v-D: Die Füße (verklebt)

Wie alle grün markierten Abschnitte gilt auch dieser nur für die fest verklebte Version. Für die zerlegbare Version überspringen Sie ihn, führen stattdessen den rot markierten Abschnitt z-D aus. Die Füße verbinden den Ständer mit der Basis. Je zwei werden erst an jedes Ständerbein und dann alle gemeinsam auf die Basis geklebt. Der obere Teil der Füße, der an den Ständern anliegt, wird vorher noch durch eine weitere Kartonschicht verstärkt.

***Tipp:** Da alle 8 Füße identisch sind, spielt es keine Rolle, welcher wohin geklebt wird, auch wenn sie einzeln durchnummeriert sind.*

Schritt 14

Falzen Sie bei den Füßen 1 bis 8 **[v-D1 bis v-D8, Bogen 13 und 14]** das Oberteil mit der kleinen Rundung entlang der perforierten Linie nach vorne.

Schritt 15

Schneiden Sie dann bei allen Fußteilen 9 bis 16 **[v-D9 bis v-D16, Bogen 15 und 16]** die halbkreisförmigen Unterteile entlang der Perforationslinie weg und kleben Sie die verbleibenden Oberteile kantengenau hinter die Oberteile der Füße 1 bis 8.

Schritt 16

Kleben Sie die beiden Ständerhälften **[A]** und **[B]** an ihrer Kreuzung zum Horizontständer zusammen und überzeugen Sie sich vor dem Abbinden des Klebers noch einmal davon, dass er wackelfrei mit allen 4 Beinen auf der Arbeitsfläche steht.

Schritt 17

Kleben Sie bei einem der Beine unten auf beiden Seiten je einen Fuß an. Die Rundungen des oberen, doppellagigen Fußteils liegen dabei kantengleich mit den Rundungen des Beines. Das Loch im Bein wird überklebt und die halbkreisförmigen unteren Fußteile liegen flach auf der Arbeitsfläche auf. Gleichzeitig stößt die Unterkante des Ständerbeins auf der Arbeitsfläche auf. Kleben Sie die anderen Füße in gleicher Weise an den anderen Beinen des Ständers fest.

Schritt 18

Setzen Sie den Ständer auf die Basis **[C]**. Die halbrunden Teile der vier Füße liegen dann in der Mitte der oberen Basis-Scheiben. Kleben Sie den Ständer in dieser Position fest.

Der Horizontständer ist damit bis auf den Horizontring fertig.

Abschnitt z-D: Die Füße (zerlegbar)

Wie alle rot markierten Abschnitte gilt auch dieser nur für die zerlegbare Version. Für die fest verklebte Version gelten die grünen Abschnitte. Die Füße verbinden den Ständer mit der Basis. Je zwei werden zunächst mit den Buchschrauben am Ständer befestigt und dann erst auf der Basis festgeklebt. Der Ständer kann auf diese Weise jederzeit wieder von der Basis gelöst werden. Der obere, gelochte Teil der Füße wird vorher noch durch eine zweite Kartonschicht verstärkt.

***Tipp:** Da alle 8 Füße identisch sind, spielt es keine Rolle, welcher wohin geklebt wird, auch wenn alle Teile durchnummeriert sind.*

Schritt 14

Falzen Sie bei den Füßen 1 bis 8 **[z-D1 bis z-D8, Bogen 13 und 14]** das Oberteil mit dem Loch in der kleinen Rundung entlang der perforierten Linie nach vorne.

Schritt 15

Schneiden Sie dann bei allen Fußteilen 9 bis 16 **[z-D9 bis z-D16, Bogen 15 und 16]** die halbkreisförmigen Unterteile entlang der Perforationslinie weg und kleben Sie die verbleibenden Oberteile kanten- und lochgenau hinter die Oberteile der Füße 1 bis 8.

Schritt 16

Stecken Sie, falls nicht schon geschehen, die beiden Ständerhälften **[A]** und **[B]** ohne Klebstoff an ihrer Kreuzung zum Horizontständer zusammen und überzeugen Sie sich noch einmal davon, dass er wackelfrei mit allen 4 Beinen auf der Arbeitsfläche steht.

Schritt 17

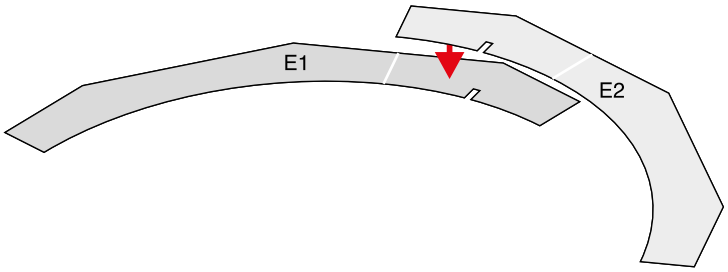
Schrauben Sie bei einem der Beine unten auf beiden Seiten je einen Fuß an. Vergewissern Sie sich vor dem Festziehen der Schraube, dass die Rundungen der beiden Fußteile kantengleich mit den Rundungen des Beines sind und die Unterkante des Ständerbeines auf der Arbeitsfläche aufstößt. Die halbkreisförmigen unteren Fußteile liegen dann flach auf der Arbeitsfläche auf. Schrauben Sie die anderen 6 Füße in gleicher Weise an den anderen Beinen des Ständers fest.

Schritt 18

Setzen Sie den Ständer auf die Basis **[C]**. Die vier Füße liegen dann in den Mitten der oberen Basis-Scheiben. Kleben Sie die halbrunden Scheiben der Füße in dieser Position auf der Basis fest, wobei die schmalen Kanten der Ständerbeine keinen Klebstoff abbekommen dürfen.

Abschnitt E: Der Horizont

Auch der ringförmige, außen eckige Horizont wird aus 4 Lagen Karton zusammengeklebt, wobei jede Lage aus 4 Segmenten besteht. Wie schon bei den Ständern werden die Teile der beiden inneren Schichten mit ihren Vorderseiten aufeinander geklebt, und da sie sich dabei nur teilweise überlappen, steht immer ein Teil von ihnen über. Achten Sie wieder gut darauf, dass die Kanten genau übereinander liegen und die Teile dicht aneinander stoßen. Diese Genauigkeit ist wichtig, damit die letzten Segmente sich dann korrekt zu einem Ring schließen.



Schritt 19

Kleben Sie die Horizont-Innenteile 1 und 2 **[E1, Bogen 5 + E2, Bogen 6]** mit den Vorderseiten auf den gekennzeichneten Flächen gegeneinander. Die Kanten müssen genau übereinander liegen, auch der rechteckige Ausschnitt an der Innenkante. Die beiden Segmente überlappen sich nur zu einem Drittel ihrer Länge, zwei Drittel stehen auf jeder Seite über.

Schritt 20

Kleben Sie das Innenteil 3 **[E3, Bogen 5]** auf die markierte überstehende Stelle von Innenteil 2. Dieses Mal überlappen sich die Segmente zu zwei Dritteln und das Innenteil 3 steht mit nur einem Drittel über. Auf dieses überstehende Drittel wird dann das Innenteil 4 **[E4, Bogen 6]** geklebt. Bei diesem stehen wieder zwei Drittel über, und darauf kommt dann Innenteil 5 **[E5, Bogen 7]**.

Schritt 21

Fahren Sie in gleicher Weise fort mit den Innenteilen 6 bis 8 **[E6, Bogen 8 + E7, Bogen 7 und E8, Bogen 8]**. Das letzte Teil 8 **[E8]** wird zugleich auf die Teile 1 **[E1]** und 7 **[E7]** geklebt und schließ damit den zweilagigen Ring der Innenteile.

Schritt 22

Kleben Sie nun die oberen Horizontteile 1 bis 4 **[E9 + E10, Bogen 1 und E11 + E12, Bogen 2]** auf die entsprechend markierten Innenteile des Horizonts. Achten Sie dabei darauf, dass die Gradzahlen korrekt im Uhrzeigersinn durchlaufen. Die „N"- und die „S"-Markierung kommen jeweils dorthin, wo der Horizont auf der Innenseite einen Einschnitt hat. Dieser Einschnitt dient zur Führung des Meridians.

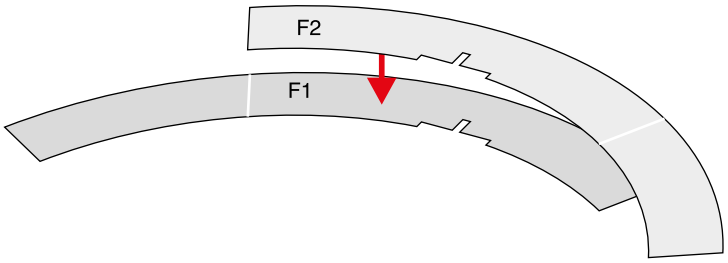
Schritt 23

Kleben Sie in gleicher Weise die unteren Horizontteile 1 bis 4 **[E13 + E14, Bogen 3 und E15 + E 16, Bogen 4]** auf die Unterseite des Horizonts.

Legen Sie den Horizont zur Probe auf den Horizontständer. Die beiden Schlitze auf der Innenseite des Horizonts müssen über den Armen des Nord/Süd-Ständerteils liegen, erkennbar an seiner durchgehenden Rundung. Diese Schlitze und die Rundung im Ständer werden den Meridian aufnehmen. Im Folgenden wird zunächst der Meridian fertiggestellt und eingepasst, und dann erst werden Ständer und Horizont miteinander verbunden.

Abschnitt F: Der Meridian

Der Meridianring hat ebenfalls 4 Lagen Karton, die jeweils aus 4 Segmenten bestehen und die wie schon beim Horizont überlappend zusammengeklebt werden. Auch hier werden die Teile der beiden inneren Lagen mit den Vorderseiten gegeneinander geklebt. Achten Sie wieder gut darauf, dass die Kanten genau übereinander liegen und die Teile ohne Spalt aneinander stoßen, damit am Ende ein perfekter Ring entsteht.



Schritt 24

Kleben Sie die Meridian-Innenteile 1 und 2 **[F1, Bogen 5 und F2, Bogen 6]** wie gekennzeichnet mit den Vorderseiten gegeneinander. Beide Teile haben auf der Innenkante einen eckigen Ausschnitt, der später den Stundenring aufnehmen wird. Achten Sie gut darauf, dass diese Ausschnitte genau übereinander liegen. Die Teile überlappen zu zwei Dritteln, zu einem Drittel stehen sie auf jeder Seite über.

Schritt 25

Lösen Sie aus dem Meridian-Innenteil 3 **[F3, Bogen 5]** die kleine Achshalterung **[S1]** heraus

und legen Sie sie beiseite. ***Hinweis:*** *Die Achshalterungen werden die Holzstäbe der Himmelsachse aufnehmen, allerdings erst gegen Ende des Zusammenbaus. Kleben Sie dann das Innenteil 3 mit der gekennzeichneten Fläche auf das Innenteil 2* ***[F2]****, wobei diesmal zwei Drittel überstehen.*

Schritt 26

Entfernen Sie auch aus dem Meridian-Innenteil 4 **[F4, Bogen 6]** die Achshalterung **[S2]** und bewahren Sie sie zusammen mit der anderen und den noch folgenden auf. Kleben Sie das Innenteil 4 dann auf das Innenteil 3. Dabei müssen die Ausschnitte, in denen sich die Achshalterungen befanden, kantengenau aufeinander liegen.

Schritt 27

Fahren Sie mit den Innenteilen 5 bis 8 **[F5 + F7, Bogen 7 und F6 + F8, Bogen 8]** in gleicher Weise fort, bis sich der Meridian zu einem Ring geschlossen hat.

Damit ist das zweilagige Innenteil des Meridians fertig. Jetzt wird noch auf jede Seite eine äußere Lage mit einer Skala geklebt. Diese sind im Folgenden zur besseren Unterscheidung mit „oben" und „unten" gekennzeichnet, auch wenn der Meridian, anders als der Horizont, senkrecht im Tisch-Planetarium steht und in diesem Sinne keine untere und obere Seite hat.

Schritt 28

Lösen Sie die oberen Meridianteile 1 bis 4 **[F9 + F10, Bogen 1 und F11 + F12, Bogen 2]** aus dem Karton und legen sie die Achshalterungen beiseite. Legen Sie die 4 Teile zunächst ohne Klebstoff auf die gekennzeichneten Stellen des Meridian-Innenteils, was sich durch die Ausschnitte für die Achshalterungen und den Stundenring fast von selbst ergibt. Achten Sie darauf, dass die Gradzahlen korrekt aneinander anschließen: Alle positiven Gradzahlen liegen auf der einen Hälfte des Meridianrings (der nördlichen), alle negativen auf der andere (der südlichen). Kleben Sie die 4 Segmente in dieser Position fest.

Schritt 29

Verfahren Sie mit den unteren Meridianteilen 1 bis 4 **[F13 + F14, Bogen 3 und F15 und F16, Bogen 4]** auf der Rückseite des Innenteils ebenso. Achten Sie dabei darauf, dass die positiven Gradzahlen auf der nördlichen Hälfte des Meridianrings zu liegen kommen, Rücken an Rücken mit den positiven Gradzahlen der Oberseite, ebenso die negativen auf der südlichen Hälfte. Gut trocknen lassen. Legen Sie nun den Horizont zur Probe so auf den Ständer, dass die mit „N" und „S" markierten Stellen über den Enden des Nord/Süd-Ständers liegen, und stellen Sie den Meridianring senkrecht hinein. Er wird von den beiden gegenüber liegenden Ausschnitten auf der Innenseite des Horizonts aufgenommen und schmiegt sich in die Rundung des Nord/Süd-Ständers. Prüfen Sie, ob er sich gut drehen lässt. Wenn die Ausschnitte im Horizont zu eng oder zu kurz sind, erweitern Sie diese mit einer Bastelfeile oder einem scharfen Messer.

Jetzt kann der Horizont mit Verbindungswinkeln am Ständer befestigt werden.

Abschnitt v-G: Die Verbindungswinkel (verklebt)

Die Verbindung zwischen den vier Armen der Ständer und dem Horizont besteht aus 8 Verbindungswinkeln, je 2 für jeden Ständerarm. Die Winkel werden erst an den Ständern und dann erst am Horizont verklebt, und ähnlich wie schon bei den Füßen wird das Winkelteil, das am Ständer anliegt, vorher noch durch eine zusätzliche Kartonlage verstärkt. Die Verbindungswinkel sind durchnummeriert, aber da sie alle identisch sind, können sie in beliebiger Reihenfolge verklebt werden.

Schritt 30

Falzen Sie die Winkel 1 bis 8 entlang der Perforation nach vorne **[v-G1 + v-G2, Bogen 1, v-G3 + v-G4, Bogen 2, v-G5 + v-G6, Bogen 3, v-G7 + v-G8, Bogen 4]**.

Schritt 31

Schneiden Sie bei den Winkeln 9 bis 16 **[v-G9 + v-G10, Bogen 5, v-G11 + v-G12, Bogen 6, v-G13 + v-G14, Bogen 7, v-G15 + v-G16, Bogen 8]** wie angegeben die eine Hälfte entlang der Perforationslinie ab und kleben Sie die andere kantengenau hinter jeweils einen der Winkel 1 bis 8, und zwar hinter die Hälfte, auf der vorne ein Pfeil aufgedruckt ist.

Schritt 32

Stellen Sie den Ständer umgekehrt auf Ihre Arbeitsfläche, so dass die Basis oben liegt und die Enden der Ständerarme bündig auf der Arbeitsfläche stehen. Kleben Sie dann bei jedem Arm je einen Winkel auf beide Seiten, und zwar so, dass die Hälfte mit der doppelten Kartonschicht am Ständerarm anliegt und die andere bündig auf der Arbeitsfläche. Das Loch wird dabei überklebt.

Schritt 33

Legen Sie den eckigen Horizontring mit der Winkelskala nach unten auf Ihre Arbeitsfläche und stellen Sie mittig darauf den umgedrehten Ständer.

Die Verbindungswinkel liegen dann auf den entsprechenden Klebemarkierungen der Horizont-Unterseite. Achten Sie darauf, dass der Nord/Süd-Ständer (der mit der durchgehenden Rundung) dort steht, wo der Horizont die Schlitze hat. Kleben Sie zunächst die 4 Winkel des Nord/Süd-Ständers fest. Seine Rundung muss an den Enden der Schlitze beginnen und keinesfalls innerhalb, sonst würde ja der Meridianring nicht hineinpassen. Seine Enden müssen deshalb möglicherweise etwas auseinander gezogen werden. Verkleben Sie anschließend auch die Winkel des Ost/West-Ständers.

Damit ist das Horizontgestell fertig. Stellen Sie es wieder auf seine Füße, stellen Sie den Meridian hinein und vergewissern Sie sich, dass er sich ohne allzu großen Widerstand im Horizont drehen lässt.

Abschnitt z-G: Die Verbindungswinkel (zerlegbar)

Die Verbindung zwischen den vier Armen der Ständer und dem Horizont besteht aus 8 Verbindungswinkeln, je 2 für jeden Ständerarm. Die Winkel werden erst an den Ständern festgeschraubt und dann am Horizont verklebt, und ähnlich wie schon bei den Füßen wird das Winkelteil, das am Ständer anliegt, vorher noch durch eine zusätzliche Kartonlage verstärkt. Die Verbindungswinkel sind durchnummeriert, aber da sie alle identisch sind, können sie in beliebiger Reihenfolge verklebt werden.

Schritt 30

Falzen Sie die Winkel 1 bis 8 entlang der Perforation nach vorne **[z-G1 bis z-G4, Bogen 13 und z-G5 bis z-G8, Bogen 14]**.

Schritt 31

Schneiden Sie bei den Winkeln 9 bis 16 **[z-G9 bis z-G12, Bogen 15 und z-G13 bis z-G16, Bogen 16]** wie angegeben die Hälfte ohne Loch entlang der Perforationslinie ab und kleben Sie die andere kantengenau hinter jeweils einen der Winkel 1 bis 8, so dass sich das Loch für die Schraube genau deckt. Diese verstärkte Hälfte wird im nächsten Schritt auf die Enden der Ständerarme geschraubt.

Schritt 32

Stellen Sie den Ständer umgekehrt auf Ihre Arbeitsfläche, so dass die Basis oben liegt und die Enden der Ständerarme bündig auf der Arbeitsfläche stehen. Befestigen Sie dann an jedem Arm mit einer Buchschraube auf beiden Seiten je einen Winkel, und zwar so, dass die andere Hälfte des Winkels bündig auf der Arbeitsfläche aufliegt.

Schritt 33

Legen Sie den eckigen Horizont mit der Winkelskala nach unten auf Ihre Arbeitsfläche und stellen Sie mittig darauf den umgedrehten Ständer. Die Verbindungswinkel liegen dann auf den entsprechenden Klebemarkierungen der Horizont-Unterseite. Achten Sie darauf, dass der Nord/Süd-Ständer (der mit der durchgehenden Rundung) dort steht, wo der Horizont die Schlitze hat. Kleben Sie zunächst die 4 Winkel des Nord/Süd-Ständers fest, aber so, dass die Kanten der Ständerarme keinen Kleber abbekommen. Seine Rundung muss an den Enden der Schlitze beginnen und keinesfalls innerhalb, sonst würde ja der Meridianring nicht hineinpassen. Seine Enden müssen deshalb möglicherweise etwas auseinander gezogen werden. Verkleben Sie anschließend auch die Winkel des Ost/West-Ständers.

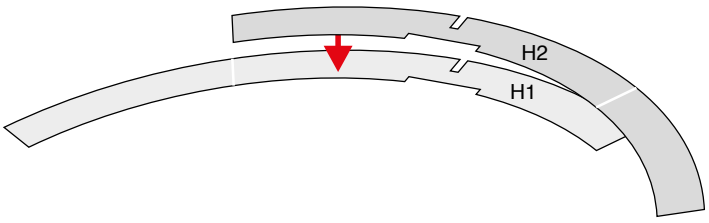
Damit ist das Horizontgestell fertig. Stellen Sie es wieder auf seine Füße, stecken Sie den Meridian hinein und vergewissern Sie sich, dass er sich ohne allzu großen Widerstand im Horizont drehen lässt.

Abschnitt H: Der Stundenring

Der Stundenring steckt um 90° Grad versetzt im Meridianring und dient dazu, die Wahre Ortszeit anzuzeigen, also die von der Sonne bestimmte Zeit, bei der es 12 Uhr Mittag ist, wenn sie genau im Süden steht. Der Stundenring wird wie schon Horizont und Meridian aus vier sich überlappenden Lagen zu je 4 Segmenten zusammengeklebt und dann mit zwei kreuzartigen Stützen im Meridian befestigt.

Schritt 34

Kleben Sie die Stundenring-Innenteile 1 und 2 **[H1, Bogen 5 und H2, Bogen 6]** an den gekennzeichneten Flächen mit den Vorderseiten gegeneinander. Der außen liegende Schlitz (zum Einstecken in den Meridian) und der innenliegende flache eckige Ausschnitt (für die Stütze) müssen wie alle anderen Kanten auch genau übereinander liegen. Die Teile stehen zu einem Drittel über.



Schritt 35

Kleben Sie das Innenteil 3 **[H3, Bogen 5]** auf die überstehende Fläche von Teil 2 **[H2]** und kleben Sie Innenteil 4 **[H4, Bogen 6]** auf den neu entstandenen Überstand von Teil 3. Fahren Sie in

dieser Weise mit den Innenteilen 5 bis 8 fort **[H5 + H7, Bogen 7 und H6 + H8, Bogen 8]**. Mit den beiden letzten Teilen werden die beiden inneren Lagen des Horizonts zu einem Ring geschlossen.

Schritt 36

Kleben Sie die oberen Stundenring-Außenteile 1 bis 4 **[H9 + H10, Bogen 1 und H11 + H12, Bogen 2]** entsprechend den Klebemarkierungen auf die eine Seite des inneren Stundenrings.

Wichtig: *Auf der mit „oben" bezeichneten Seite des Stundenrings sind die Stundenangaben von 0 bis 24 Uhr im Uhrzeigersinn angeordnet, auf der mit „unten" bezeichneten gegen den Uhrzeigersinn. Achten Sie beim Verkleben darauf, dass die 4 Segmente entsprechend den Stundenzahlen aufeinander folgen.*

Schritt 37

Kleben Sie auf die andere Seite des Stundenrings die unteren Außenteile 1 bis 4 **[H13 + H14, Bogen 3 und H15 + H16, Bogen 4]**.

Wichtig: *Die Stundenziffern von Ober- und Unterseite müssen genau übereinander liegen. Achten Sie beim Durchtrocknen darauf, dass der Ring sich nicht verzieht.*

Schritt 38

Stecken Sie den Stundenring mit seinen außen liegenden Schlitzen so in die innen liegenden Schlitze des Meridians, dass die beiden Ringe rechtwinklig gegeneinander versetzt sind. Gehen Sie dabei vorsichtig vor, denn der Stundenring muss sich ganz leicht biegen, bis die Schlitze ganz ineinander gerutscht und die Ringe auf ihren Innenseiten bündig miteinander sind. Stellen Sie dann den Meridianring wieder in das Horizontgestell.

Wichtig: *Die Seite des Stundenrings, auf der die Stunden im Uhrzeigersinn aufeinander folgen, muss zum Himmelsnordpol auf dem Meridian zeigen, also zu der Meridianhälfte mit den positiven Gradzahlen.*

Damit der Stundenring stabil rechtwinklig im Meridian sitzt und nicht wackelt, werden an den beiden Kreuzungsstellen von innen Stützen angebracht:

Schritt 39

Kleben Sie die beiden inneren Teile der Stütze 1 **[H17 + H18, Bogen 11]** mit den Rückseiten gegeneinander und dann auf die beiden Innenteile das obere und das untere Außenteil **[H19 + H20, Bogen 9]**. Verfahren Sie mit den beiden Innenteilen **[H21 + H22, Bogen 12]** und den beiden Außenteilen **[H23 und H24, Bogen 10]** von Stütze 2 ebenso.

Schritt 40

Beide Stützen haben auf einer Seite eine linienförmige grau gepunktete Klebefläche. Drücken Sie die Stützen zunächst ohne Klebstoff so in die flachen Ausschnitte auf den Innenseiten der beiden Kreuzungsstellen, dass diese grau gepunktete Linie auf die Innenkante des Stundenrings stößt. Prüfen Sie, ob die Stützen dicht anliegen und erweitern Sie falls nötig die kleinen rechteckigen Ausschnitte an ihren vier Enden. Trennen Sie die beiden Ringe dann wieder voneinander und kleben Sie die Stützen an der Innenseite des Stundenrings in der soeben ausprobierten Position fest. Setzen Sie den Stundenring jetzt noch nicht wieder in den Meridian ein.

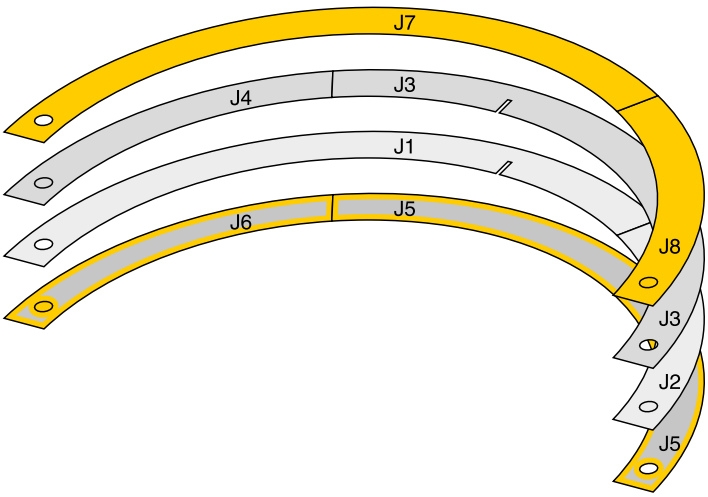
Abschnitt J: Die Himmelskugel, Bogen 1

Die Himmelskugel besteht aus zwei ineinander steckenden, rechtwinklig gekreuzten Ringen. Dazu werden vier halbkreisförmige Bögen aus je vier Lagen Karton an ihren Enden verbunden ***(Himmelskugel-Lager, Abschnitte N + O)****. Jede Lage besteht aus nur zwei Teilen, einem kleineren und einem etwa doppelt so großen. In den fertigen Ringen der Himmelskugel wird die Ekliptik (Sonnenbahn) liegen. Um sie in ihrer Lage zu fixieren, werden vier kleine Drahtstifte in die Innenkante der Himmelskugel eingesetzt. Um sie aufzunehmen, müssen noch kleine Schlitze mit einem Messer in das zweilagige Innenteil geschnitten werden. Da die Ekliptik nicht wie ein Äquator mit gleichen Abständen zu den Polen in der Himmelskugel liegt, sondern um 23,4° dazu geneigt, müssen die Schlitze für die Drahtstifte an unterschiedlichen Stellen der Bögen liegen.*

Schritt 41

Kleben Sie das größere Innenteil 1 und das kleinere Innenteil 4 **[J1 + J4, Bogen 11]** mit ihren Vorderseiten gegeneinander. Die Kanten, insbesondere die Endkante, müssen genau übereinander liegen, das größere Teil **[J1]** steht dabei zur Hälfte über. Kleben Sie dann das größere Innenteil 3 **[J3, Bogen 11]** mit seiner Vorderseite kantengenau auf diesen Überstand, wobei es spaltfrei an das kleinere Teil 4 anstoßen muss. Jetzt steht wiederum das Innenteil 3 etwa zur Hälfte über. Auf diesen Überstand kommt dann das kleinere Innenteil 2 **[J2, Bogen 11]** mit seiner Vorderseite. Achten Sie auch hier wieder darauf, dass die Kanten genau übereinander liegen.

Das zweilagige Innenteil von Bogen 1 ist damit fertig verklebt.



Schritt 42

Schneiden Sie nun mit einem scharfen Messer den schmalen Schlitz aus, der auf dem Innenteil aufgedruckt ist. Er ist 1,3 mm breit und reicht bis zur Mitte des Bogens. Nehmen Sie einen der 4 Drahtstifte zum Vergleich: Der Schlitz soll gerade so breit werden, dass der Stift hinein passt. ***Hinweis:*** *Der Schlitz ist auf beiden Seiten aufgedruckt. Möglicherweise kommt der Schnitt auf der gegenüber liegenden Seite nicht genau an der Drucklinie an. Diese kleine Abweichung spielt aber für die Funktion keine Rolle.*

Schritt 43

Kleben Sie die Außenteile 1 und 2 **[J5 + J6, Bogen 9]** auf die gekennzeichneten Flächen des Innenteils. Auch hier müssen die Kanten wieder genau bündig sein, der Schlitz liegt dann unter der 0°-Markierung. Beachten Sie, dass das eine Ende mit (S), das andere mit (N) gekennzeichnet ist.

Schritt 44

Kleben Sie in gleicher Weise die Außenteile 3 und 4 **[J7 + J8, Bogen 9]** auf die andere Seite des Bogens. Die mit (S) und (N) markierten Enden müssen auf Ober- und Unterseite des Bogens übereinstimmen. Der Schlitz ist damit zu einem 1,3 x 1,3 mm großen Loch geworden. Schieben Sie einen Drahtstift zur Probe hinein, er sollte noch etwa zur Hälfte herausschauen. Kleben Sie ihn in dieser Position im Loch fest.

Der erste Bogen ist damit fertig gestellt. Er trägt auf beiden Seiten neben der 0°-Markierung in der Mitte auf der nördlichen Hälfte die Markierungen +66,6° und +23,4° und auf der südlichen die Markierungen -23,4° und -66,6°. (Bei einem kleinen Teil der Auflage wurden durch ein technisches Versehen die Ziffern „65,5“ statt 66,6 gedruckt. Wenn das bei Ihrem Exemplar der Fall ist, sollten Sie die Ziffern mit einem dünnen schwarzen Stift korrigieren.).

Tipp: *Ersatz für verlorene Drahtstifte lässt sich aus einer dickeren Stecknadel, einem dünnen Draht oder einer Büroklammer leicht Ersatz herstellen.*

Abschnitt K: Die Himmelskugel, Bogen 2

Der zweite Bogen der Himmelskugel wird auf die gleiche Weise zusammengebaut wie der erste, der einzige Unterschied ist die Position des Schlitzes, der in die beiden inneren Lagen geschnitten wird: Er liegt beim zweiten Bogen unter der +23,4°-Markierung. Auch die Nummerierung und Reihenfolge der Teile ist identisch, nur dass die Teilenamen mit „K“ statt mit „J“ beginnen. Die Schritte sind deshalb sehr kurz gefasst.

Schritt 45

Innenteile 1 und 4 **[K1 + K4, Bogen 11]** mit den Vorderseiten kantengenau gegeneinander kleben. Auf den Überstand das Innenteil 3 **[K3, Bogen 11]** kleben und auf dessen Überstand das Innenteil 2 **[K2, Bogen 11]**. Dann den Schlitz ausschneiden.

Schritt 46

Außenteile 1 und 2 **[K5 + K6, Bogen 9]** auf das Innenteil kleben, der Schlitz muss unter der +23,4°-Markierung liegen. Dann Außenteile 3 und 4 **[K7 + K8, Bogen 9]** auf die andere Seite des Bogens kleben. (S) und (N) müssen auf beiden Seiten übereinstimmen. Drahtstift in das Loch bei der +23,4°-Markierung kleben.

Abschnitt L: Die Himmelskugel, Bogen 3

Der dritte Bogen der Himmelskugel ist mit dem ersten identisch, auch das Loch für den Drahtstift liegt bei der 0°-Markierung.

Schritt 47

Innenteile 1 und 4 **[L1 + L4, Bogen 12]** mit den Vorderseiten gegeneinander kleben. Auf den Überstand das Innenteil 3 **[L3, Bogen 12]** kleben und auf dessen Überstand das Innenteil 2 **[L2, Bogen 12]**. Dann den Schlitz ausschneiden.

Schritt 48

Außenteile 1 und 2 **[L5 + L6, Bogen 10]** auf das Innenteil kleben, der Schlitz liegt unter der 0°-Markierung. Dann Außenteile 3 und 4 **[L7 + L8, Bogen 10]** auf die andere Seite des Bogens kleben. (S) und (N) müssen auf beiden Seiten übereinstimmen. Drahtstift in das Loch bei der 0°-Markierung kleben.

Abschnitt M: Die Himmelskugel, Bogen 4

Der vierte Bogen der Himmelskugel ist mit dem zweiten identisch, nur liegt das Loch für den Drahtstift bei der -23,4°-Markierung, nicht bei +23,4°.

Schritt 49

Innenteile 1 und 4 **[M1 + M4, Bogen 12]** mit den Vorderseiten gegeneinander kleben. Auf den Überstand das Innenteil 3 **[M3, Bogen 12]** kleben und auf dessen Überstand das Innenteil 2 **[M2, Bogen 12]**. Dann den Schlitz ausschneiden.

Schritt 50

Außenteile 1 und 2 **[M5 + M6, Bogen 10]** auf das Innenteil kleben, der Schlitz liegt unter der -23,4°-Markierung. Dann Außenteile 3 und 4 **[M7 + M8, Bogen 10]** auf die andere Seite des Bogens kleben. (S) und (N) müssen auf beiden Seiten übereinstimmen. Drahtstift in das Loch bei der -23,4°-Markierung kleben.

Abschnitt v-N: Die Himmelskugel, Lager Nord (verklebt)

Damit sich die Himmelskugel um ihre Achse drehen kann, werden an ihren beiden Polen Lager benötigt. Diese Lager haben zugleich die Funktion, aus den vier Bögen der Himmelskugel zwei ganze, rechtwinklig miteinander verbundene Ringe zu machen. Jedes Lager besteht aus vier Wangen mit 1,3 mm breiten Schlitzen, die bei zwei Wangen auf der Oberseite und den anderen auf der Unterseite liegen, so dass sie zu einer Art Doppelkreuz zusammengesteckt werden können. Die einzelnen Wangen werden aus 2 Lagen Karton zusammengeklebt und sind wieder doppelt vorhanden, einmal für die verklebte und einmal für die zerlegbare Version. Die für die verklebte Version haben keine Löcher.

Schritt 51

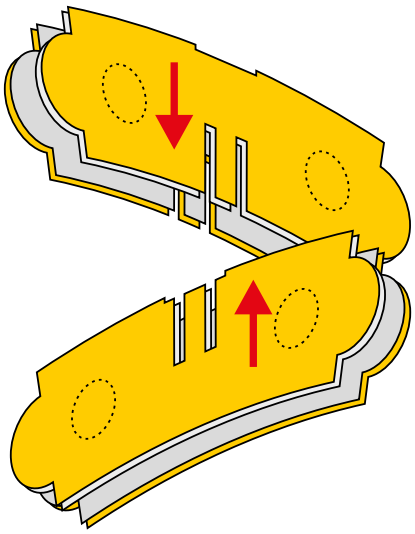
Kleben Sie die Wangenteile 1 und 2 des nördlichen Lagers **[v-N1, Bogen 1 + v-N2, Bogen 5]** wie gekennzeichnet mit den Rückseiten kantengenau gegeneinander. Kleben Sie dann in gleicher Weise die Wangenteile 3 und 4 **[v-N3, Bogen 2 + v-N4, Bogen 6]** zusammen, ebenso die Wangenteile 5 und 6 **[v-N5, Bogen 1 + v-N6, Bogen 5]** sowie die Wangenteile 7 und 8 **[v-N7, Bogen 2 + v-N8, Bogen 6]**.

Schritt 52

Stecken Sie die beiden Wangen, deren Schlitze auf der Unterseite liegen, zunächst ohne Klebstoff in die oben liegenden Schlitze der beiden anderen Wangen, so dass sie ein Doppelkreuz bilden. Auf der Oberseite haben die vier ineinander steckenden Teile einen etwa 0,5 mm tiefen Ausschnitt, der das Gleitlager aus PVC-Folie aufnehmen wird. Nehmen Sie dazu eine der PVC-Scheiben mit Loch und schneiden Sie auf 4 Seiten so viel ab, dass ein kleines Quadrat mit ca. 5 mm Kantenlänge entsteht. Prüfen Sie, ob es sich so in diese Vertiefung legen lässt, dass das Loch genau in der Mitte liegt, direkt über dem eckigen Loch, das die vier gekreuzten Wangen bilden.

Schritt 53

Durch das kleine quadratische Loch in der Mitte wird die Achse verlaufen. Stecken Sie einen der Holzstäbe hindurch. Das Lager aus den vier gekreuzten Wangen soll sich sehr leicht auf der Achse drehen. Falls der Widerstand zu groß ist, nehmen Sie die vier Wangen wieder auseinander und legen Sie sie mit der goldenen Seite nach unten auf eine harte Fläche. Drücken Sie dann mit dem Holzstab oder mit einem Messerrücken bei allen Wangen den Karton in der Mitte leicht ein, also dort, wo ihn die Achse berühren wird. Damit wird das Loch etwas erweitert. Kleben Sie dann die Wangen zum Nördlichen Lager zusammen, und kleben Sie die PVC-Scheibe in ihre Vertiefung, falls vorhanden z.B. mit Sekundenkleber. Achten Sie dabei darauf, dass kein Klebstoff in das eckige Loch in der Mitte ausläuft.



Abschnitt z-N: Die Himmelskugel, Lager Nord (zerlegbar)

Damit sich die Himmelskugel um ihre Achse drehen kann, werden an ihren beiden Polen Lager benötigt. Diese Lager haben zugleich die Funktion, aus den vier Bögen der Himmelskugel zwei ganze, rechtwinklig miteinander verbundene Ringe zu machen. Jedes Lager besteht aus vier Wangen mit 1,3 mm breiten Schlitzen, die bei zwei Wangen auf der Oberseite und den anderen auf der Unterseite liegen, so dass sie zu einer Art Doppelkreuz zusammengesteckt werden können. Die einzelnen Wangen werden aus 2 Lagen Karton zusammengeklebt und sind wieder doppelt vorhanden, einmal für die verklebte und einmal für die zerlegbare Version. Die für die zerlegbare Version haben Löcher für die Buchschrauben.

Schritt 51

Kleben Sie die Wangenteile 1 und 2 des nördlichen Lagers **[z-N1, Bogen 9 + z-N2, Bogen 11]** wie gekennzeichnet mit den Rückseiten kantengenau gegeneinander. Kleben Sie dann in gleicher Weise die Wangenteile 3 und 4 **[z-N3, Bogen 9 + z-N4, Bogen 11]** zusammen, ebenso die Wangenteile 5 und 6 **[z-N5, Bogen 9 + z-N6, Bogen 11]** sowie die Wangenteile 7 und 8 **[z-N7, Bogen 9 + z-N8, Bogen 11]**.

Schritt 52

Stecken Sie die beiden Wangen, deren Schlitze auf der Unterseite liegen, zunächst ohne Klebstoff in die oben liegenden Schlitze der beiden anderen Wangen, so dass sie ein Doppelkreuz bilden. Auf der Oberseite haben die vier ineinander steckenden Teile einen etwa 0,5 mm tiefen Ausschnitt, der das Gleitlager aus PVC-Folie aufnehmen wird. Nehmen Sie dazu eine der PVC-Scheiben mit Loch und schneiden Sie auf 4 Seiten so viel ab, dass ein kleines Quadrat mit ca. 5 mm Kantenlänge entsteht. Prüfen Sie, ob es sich so in diese Vertiefung legen lässt, dass das Loch genau in der Mitte liegt, direkt über dem eckigen Loch, das die vier gekreuzten Wangen bilden.

Schritt 53

Durch das kleine quadratische Loch in der Mitte wird die Achse verlaufen. Stecken Sie einen der Holzstäbe hindurch. Das Lager sollte sich sehr leicht auf der Achse drehen. Falls der Widerstand zu groß ist, nehmen Sie die vier Wangen wieder auseinander und legen Sie sie mit der goldenen Seite nach unten auf eine harte Fläche. Drücken Sie dann mit dem Holzstab oder einem Messerrücken bei allen Wangen den Karton in der Mitte leicht ein, also dort, wo ihn die Achse berühren wird. Damit wird das Loch etwas erweitert. Kleben Sie dann die Wangen zum Nördlichen Lager zusammen, und kleben Sie die PVC-Scheibe in ihre Vertiefung, falls vorhanden z.B. mit Sekundenkleber. Achten Sie dabei darauf, dass kein Klebstoff in das eckige Loch in der Mitte ausläuft.

Abschnitt v-O: Die Himmelskugel, Lager Süd (verklebt)

Das südliche Lager der Himmelskugel ist bis auf den Aufdruck identisch mit dem nördlichen und wird auch auf gleiche Weise zusammengeklebt.

Schritt 54

Kleben Sie die Wangenteile 1 und 2 **[v-O1, Bogen 3 + v-O2, Bogen 7]** gegeneinander, ebenso die Wangenteile 3 und 4 **[v-O3, Bogen 4 + v-O4, Bogen 8]**, 5 und 6 **[v-O5, Bogen 3 + v-O6, Bogen 7]** sowie 7 und 8 **[v-O7, Bogen 4 + v-O8, Bogen 8]**. Passen Sie die PVC-Scheibe ein und kleben Sie dann die Wangen zum südlichen Lager zusammen.

Abschnitt z-O: Die Himmelskugel, Lager Süd (zerlegbar)

Das südliche Lager der Himmelskugel ist bis auf den Aufdruck identisch mit dem nördlichen und wird auch auf gleiche Weise zusammengeklebt.

Schritt 54

Kleben Sie die Wangenteile 1 und 2 **[z-O1, Bogen 10 + z-O2, Bogen 12]** gegeneinander, ebenso die Wangenteile 3 und 4 **[z-O3, Bogen 10 + z-O4, Bogen 12]**, 5 und 6 **[z-O5, Bogen 10 + z-O6, Bogen 12]** sowie 7 und 8 **[z-O7, Bogen 10 + z-O8, Bogen 12]**. Passen Sie die PVC-Scheibe ein und kleben Sie dann die Wangen zum südlichen Lager zusammen.

Abschnitt P: Die Ekliptik (Sonnenbahn)

Die Ekliptik besteht ebenfalls aus 4 Lagen Karton, diesmal aus ganzen Ringen. Um sie in den Drahtstiften der Himmelskugel-Bögen verankern zu können, müssen auch hier Schlitze in die beiden inneren Lagen geschnitten werden.

Schritt 55

Kleben Sie die beiden inneren Teile der Ekliptik 1 und 2 **[P1, Bogen 11 + P2, Bogen 12]** mit den Rückseiten kantengenau gegeneinander und schneiden Sie die 4 Schlitze aus.

Wichtig: *Möglicherweise liegen nach dem Zusammenkleben die Markierungen zum Ausschneiden der Schlitze nicht ganz genau aufeinander. Schneiden Sie deshalb alle vier von der selben Seite her aus, also ohne das zweilagige Innenteil dabei zu wenden.*

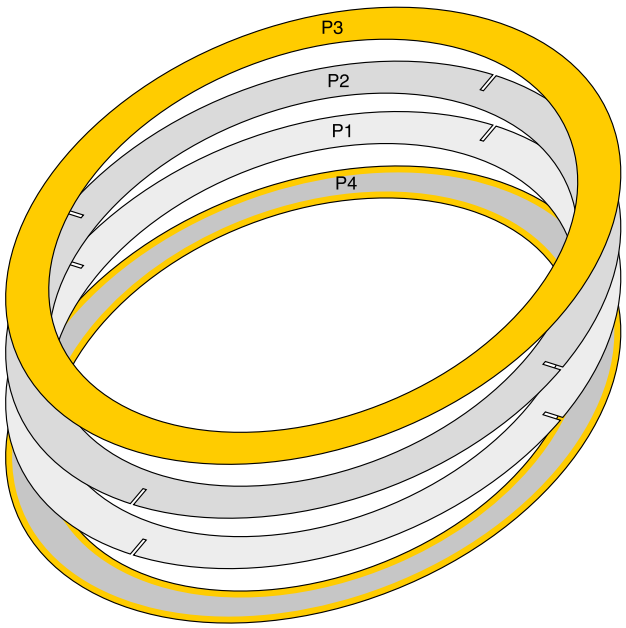
Auf den Außenteilen 1 und 2 der Ekliptik **[P3, Bogen 9** und **P4, Bogen 10]** befinden sich drei Skalen:

Außen die Bereiche der Tierkreis-Sternbilder, in der Mitte eine Datumsskala mit allen Tagen des Jahres und innen die Bereiche der 30° breiten Tierkreis-Sternzeichen mit einer Gradskala von 0° bis 360° („ekliptikale Länge“).

Schritt 56

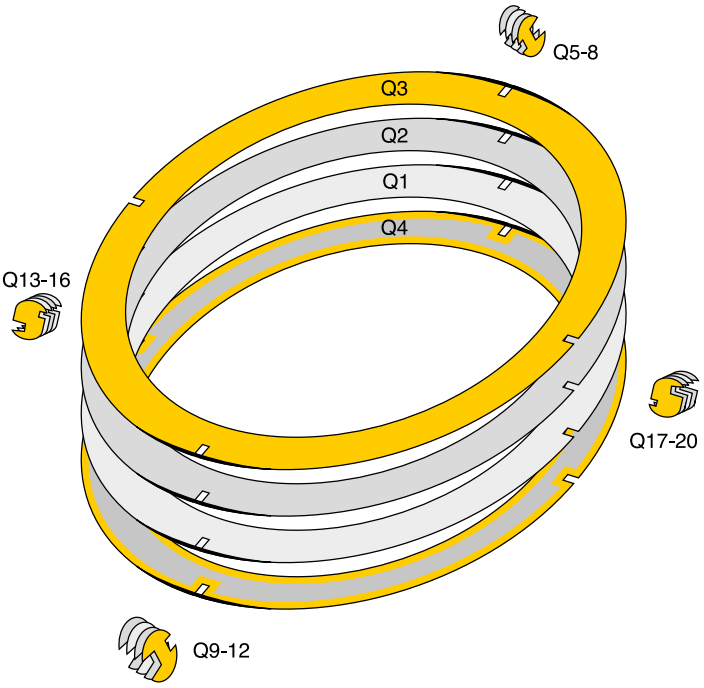
Kleben Sie zunächst das Außenteil 1 **[P3, Bogen 9]** auf das Innenteil der Ekliptik. Dabei müssen die Gradangaben 0°/360°, 90°, 180° und 270° genau über den Schlitzen für die Drahtstifte liegen. Kleben Sie dann auf die andere Seite das Außenteil 2 **[P4, Bogen 10]**. Achten Sie dabei darauf, dass die Gradzahlen auf der Vorder- und der Rückseite exakt übereinstimmen, also die Markierungen 90°, 180° usw. genau gegenüber der 90°, 180° usw.

Die Ekliptik ist damit fertig. Bevor sie mit der Himmelskugel zusammengebaut werden kann, muss noch die Mondbahn fertiggestellt und in die Ekliptik eingesetzt werden.



Abschnitt Q: Die Mondbahn

Die Bahn des Mondes ist um 5,2° gegen die Ekliptik geneigt, wodurch sie diese an zwei gegenüber liegenden Stellen schneidet, den Mondknoten. Da die Mondknoten in ca. 18,6 Jahren einmal durch die Ekliptik laufen, muss die Mondbahn beweglich in der Ekliptik angebracht werden. Das geschieht durch zwei Mondknotenhalter an den Kreuzungsstellen und zwei Mondbahnhalter, die für die Neigung sorgen. Am Sitz der Mondknotenhalter muss die Mondbahn etwas verschmälert werden, damit sie nicht an der Ekliptik schleift. Auch die Mondbahn wird aus 4 Lagen Karton zusammengeklebt, zwei inneren und zwei äußeren.



Schritt 57

Schneiden Sie vom Mondbahn-Innenteil 1 **[Q1, Bogen 11]** an den zwei markierten Stellen mit einer scharfen Schere einen schmalen Span von der Außenkante ab. Der eigentlich 14 mm breite Mondbahnring ist dann an diesen Stellen nur noch 13 mm breit. Der Schnitt soll so rund verlaufen, dass man den Übergang fast nicht bemerkt. ***Hinweis:*** *Die drei anderen Teile der Mondbahn müssen auch beschnitten werden, das erfolgt aber erst, nachdem sie aufgeklebt wurden. Dadurch ist sichergestellt, dass alle Schnitte gleich verlaufen und eine geschlossene Kante entsteht.*

Schritt 58

Kleben Sie das noch nicht beschnittene Innenteil 2 **[Q2, Bogen 12]** mit seiner Rückseite kantengenau auf die Rückseite von Innenteil 1 **[Q1]**. Die 4 Ausschnitte (für Mondknoten- und Mondbahnhalter) müssen genau übereinander liegen. Schneiden Sie anschließend die Überstände an den Stellen ab, wo das Innenteil 1 schon beschnitten ist. Die Schere gleitet dabei an der schon vorhandenen Schnittkante entlang und wird dabei von ihr geführt, so dass der neue Schnitt exakt unter dem alten verläuft.

Schritt 59

Kleben Sie das Außenteil 1 **[Q3, Bogen 9]** auf das nunmehr zweilagige Innenteil. Die mit „aufsteigender Knoten“ und „absteigender Knoten“ bezeichneten Stellen müssen dabei über den beschnittenen Stellen des Innenteils liegen. Beschneiden Sie die überstehenden Stellen von Außenteil 1 wie im vorangehenden Schritt.

Schritt 60

Kleben Sie das Außenteil 2 **[Q4, Bogen 10]** auf die andere Seite und achten Sie dabei darauf, dass die mit „aufsteigender Knoten“ und „absteigender Knoten“ bezeichneten Stellen Rücken an Rücken mit der Vorderseite liegen. Schneiden Sie auch bei dieser Bahn die Überstände ab. Falls nötig, können Sie die Kante noch mit Sandpapier glätten.

Auch die Mondbahn ist in drei konzentrische Bereiche unterteilt: Außen befinden sich 27 runde Symbole mit Richtungspfeilen, deren Abstände den Weg des Mondes auf seiner Bahn in ca. 24 Stunden anzeigen, in der Mitte befinden sich an den Mondknotenpositionen Angaben über die Bereiche, in denen es zu einer Sonnen- oder Mondfinsternis kommen kann (P: partiell, T: total), und innen sind der aufsteigende und der absteigende Mondknoten gekennzeichnet.

Schritt 61

Kleben Sie die Mondknotenhalter 2 und 3 **[Q6 + Q7, Bogen 15]** aufeinander und dann die Mondknotenhalter 1 und 4 **[Q5 + Q8, Bogen 13]** auf beide Seiten. Kleben Sie in gleicher Weise auch die Mondknotenhalter 5 bis 8 **[Q9 bis Q12, Bogen 14 + 16]** aufeinander. Gut trocknen lassen.

Schritt 62

Stecken Sie probeweise die beiden Mondknotenhalter mit ihren rechteckigen Ausschnitten dort in die Ausschnitte in der Mondbahn, wo vom Außenrand etwas abgeschnitten wurde. Sie müssen so tief wie möglich hineingeschoben werden. Falls nötig müssen die Ausschnitte leicht erweitert werden. Kleben Sie sie in dieser Position fest.

Schritt 63

Kleben Sie die Mondbahnhalter 1 bis 4 **[Q13 bis Q16, Bogen 13 + 15]** aufeinander, ebenso die Mondbahnhalter 5 bis 8 **[Q17 bis Q20, Bogen 14 + 16]**. Legen Sie die Mondbahn durch Drehen und Wenden so vor sich, dass die Richtungspfeile zwischen den Mondsymbolen gegen den Uhrzeigersinn verlaufen und das Mondknotensymbol mit der Angabe „aufsteigender Knoten → ☊ → ascending node“ oben liegt. Die beiden noch freien Ausschnitte außen in der Mondbahn liegen dann links und rechts. Stecken Sie den einen Mondbahnhalter so in den linken Ausschnitt, dass er mit seiner trapezförmigen Öffnung nach unten ragt, den anderen in den rechten Ausschnitt, aber so, dass er nach oben ragt. Passen Sie die Abstandshalter falls nötig ein und kleben Sie sie in dieser Position fest. Gut trocknen lassen.

Schritt 64

Setzen Sie die Mondbahn in die Ekliptik ein. Die Kartonringe werden dazu vorsichtig etwas gedehnt bzw. gebogen, bis die Innenkante der Ekliptik in die Öffnungen der Knoten- und Abstandshalter einschnappt. ***Wichtig:*** *Achten Sie darauf, die Mondbahn mit der richtigen Seite nach oben einzusetzen: Wenn bei der Ekliptik die Datumsangaben gegen Uhrzeigersinn aufsteigen, müssen bei der Mondbahn die Richtungspfeile zwischen den Mondsymbolen ebenfalls gegen Uhrzeigersinn verlaufen.*

Damit sind jetzt bis auf die Zentrumskugel und die Himmelsachse alle Teile fertig gestellt.

Abschnitt v-R: Die Himmelsachsen-Halterung Nord (verklebt)

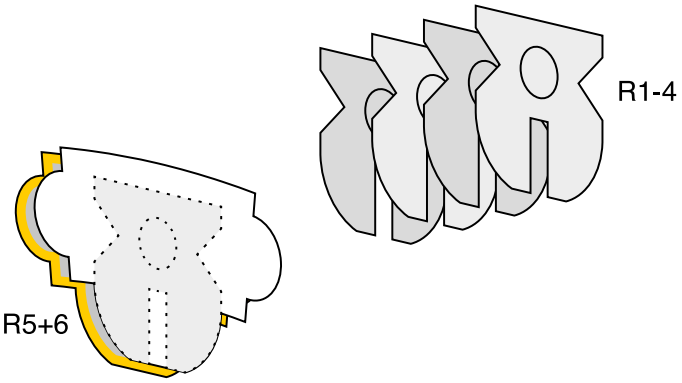
Die Zentrums- bzw. Erdkugel mit der Himmelsachse aus Rundholz (Schritt T) wird mit einer nördlichen und einer südlichen Halterung im Meridian befestigt. Diese werden zunächst nur teilweise und erst nach dem Einbau der Himmelsachse ganz im Meridian befestigt.

Schritt 65

Kleben Sie die inneren Achshalterungen 1 bis 4 **[R1 bis R4, Bogen 1 bis 4]** zu einem Block aufeinander. ***Hinweis:*** *Die Achshalterungen wurden in Abschnitt F, Schritt 30ff aus Teilen des Meridians herausgelöst und beiseite gelegt.* Prüfen Sie nach dem Trocknen, ob sich der Achshalterungs-Block in die Aussparung im Meridianring setzen lässt, passen Sie ihn bzw. die Aussparung falls nötig an und kleben Sie ihn dann in die Aussparung. Seine Oberflächen müssen völlig bündig mit denen des Meridians sein.

Schritt 66

Kleben Sie die äußeren Achshalterungen 1 und 2 **[v-R5, Bogen 1 und v-R6, Bogen 5]** erst aufeinander und dann auf eine Seite des Meridians mit dem Achshalterungs-Block. ***Wichtig:*** *Die nördliche Achshalterung kommt auf die Seite des Meridians mit den positiven Gradzahlen.* Kleben Sie auch die äußeren Achshalterungen 3 und 4 **[v-R7, Bogen 2 und v-R8, Bogen 6]** aufeinander und legen Sie das Teil zunächst beiseite.



Abschnitt z-R: Die Himmelsachsen-Halterung Nord (zerlegbar)

Die Zentrums- bzw. Erdkugel mit der Himmelsachse aus Rundholz (Schritt T) wird mit einer nördlichen und einer südlichen Halterung im Meridian befestigt. Jede Halterung besteht aus zwei Teilen, von denen das eine fest mit der Himmelsachse verklebt wird. Mit einer Buchschraube und dem zweiten, losen Teil der Halterung wird es beim Zusammenbau im Meridian befestigt.

Schritt 65

Kleben Sie die inneren Achshalterungen 1 bis 4 **[R1 bis R4, Bogen 1 bis 4]** zu einem Block aufeinander. ***Hinweis:*** *Die Achshalterungen wurden in Abschnitt F, Schritt 30ff aus Teilen des Meridians herausgelöst und beiseite gelegt.* Prüfen Sie nach dem Trocknen, ob sich der Achshalterungs-Block in die Aussparung im Meridianring setzen und wieder herausnehmen lässt und passen Sie ihn bzw. die Aussparung falls nötig an.

Schritt 66

Kleben Sie die äußeren Achshalterungen 1 und 2 **[z-R5, Bogen 1 und z-R6, Bogen 5]** aufeinander und kleben Sie dann den Achshalterungs-Block kanten- und lochgenau auf die gekennzeichnete Fläche. Kleben Sie auch die äußeren Achshalterungen 3 und 4 **[z-R7, Bogen 2 und z-R8, Bogen 6]** aufeinander und legen Sie beide Teile zunächst beiseite. Sie werden erst beim Einbau der Himmelsachse benötigt.

Abschnitt v-S: Die Himmelsachsen-Halterung Süd (verklebt)

Die südliche Halterung der Himmelsachse ist baugleich mit der nördlichen, die Schritte sind deshalb kurz gefasst.

Schritt 67

Innere Achshalterungen 1 bis 4 **[S1 bis S4, in Schritt 30 beiseitegelegt]** zu einem Block verkleben und in die andere Aussparung im Meridianring einkleben.

Schritt 68

Äußere Achshalterungen 1 und 2 **[v-S5, Bogen 3 und v-S6, Bogen 7]** aufeinander und auf den Meridian kleben. Äußere Achshalterungen 3 und 4 **[v-S7, Bogen 4 und v-S8, Bogen 8]** zusammenkleben und beiseitelegen.

Abschnitt z-S: Die Himmelsachsen-Halterung Süd (zerlegbar)

Die südliche Halterung der Himmelsachse ist baugleich mit der nördlichen, die Schritte sind deshalb kurz gefasst.

Schritt 67

Innere Achshalterungen 1 bis 4 **[S1 bis S4, in Schritt 30 beiseitegelegt]** zu einem Block verkleben und in die Aussparung im Meridian einpassen.

Schritt 68

Äußere Achshalterungen 1 und 2 **[z-S5, Bogen 3 und z-S6, Bogen 7]** aufeinander und darauf den Achshalterungs-Block kleben. Äußere Achshalterungen 3 und 4 **[z-S7, Bogen 4 und z-S8, Bogen 8]** zusammenkleben und alles beiseite legen.

Abschnitt T: Die Himmelsachse

Die Himmelsachse geht vom N-Pol des Meridians zum S-Pol und trägt in ihrer Mitte eine Holzkugel, die aus zwei Hälften zusammengeklebt wird. Ihre Mitte kennzeichnet das Zentrum des Tischplanetariums. Sie kann als Erdkugel bemalt werden oder, wenn sie nur den Standpunkt des Beobachters als Zentrum der Himmelskugel kennzeichnen soll, auch z. B. golden.

Tipp: *Um auf die Kugel das Gitternetz der irdischen Längen- und Breitengrade zu zeichnen, fahren Sie mit dem nächsten Schritt fort. Wenn Sie die Kugel anders bemalen wollen, z. B. blau mit weißen Wolkenbänken oder nur golden, überspringen Sie die beiden nächsten Schritte und fahren mit Schritt 71 fort.*

Schritt 69 (optional)

Das Gitternetz der Längen- und Breitengrade lässt sich am einfachsten nacheinander auf die noch nicht verklebten Halbkugeln zeichnen, die vorher noch eine Grundbemalung erhalten haben. Schneiden Sie dazu die halbrunde Schablone für die Breitengrade am Ende der Bauanleitung aus, verstärken Sie sie mit etwas dünnem Karton und legen Sie sie beiseite. Schneiden Sie die runde Schablone für die Längengrade aus und befestigen Sie sie provisorisch auf der runden Fläche der Halbkugel, z.B. mit einem Klebefilm-Röllchen, so dass sie allseitig gleichen Abstand hat und auch wieder abgelöst werden kann. Verlängern Sie dann mit einem spitzen Bleistift die Linien aufs Holz, so dass sie an der Kante der Halbkugel noch zu sehen sind. Entfernen Sie die Schablone wieder, legen Sie die Halbkugel auf Ihre Arbeitsfläche und ziehen Sie gerade Linien von der Mitte des Lochs über die Rundung bis zu jeder Bleistiftmarkierung. Dazu können Sie den halbrunden Ausschnitt in der Schablone für die Breitengrade als Lineal verwenden. Verfahren Sie dann mit der anderen Halbkugel ebenso. Das ergibt 24 Längengrad-Linien im Abstand von 15°.

Schritt 70 (optional)

Stellen Sie die Breitengrad-Schablone wieder über eine der Halbkugeln und bringen Sie auf jeder Längengradlinie mit dem Bleistift 5 kleine Markierungen für die Breitengrade an, die Sie dann freihändig zu umlaufenden Kreisen mit einander verbinden. Verfahren Sie mit der anderen Halbkugel genauso. Wenn Sie die beiden Halbkugeln zu einer Vollkugel zusammenhalten, sehen Sie ein Gitternetz mit 24 Längengraden und 24 Breitengraden, jeweils im Abstand von 15°. Mit Hilfe einer üblichen Erdglobus-Darstellung, auf der neben dem Gitternetz auch die Kontinente eingezeichnet sind, lassen sich bei Bedarf deren Konturen relativ einfach übertragen.

Schritt 71

Wählen Sie die beiden geradesten aus den Rundholzstäben aus, der dritte ist Reserve. Prüfen Sie, ob sie sich mit dem glatt abgeschnittenen Ende stramm in eine der Halbkugeln stecken lassen. Falls nötig müssen Sie mit Sandpapier vorsichtig etwas abgeschliffen werden. Stecken Sie einen Stab von der runden Seite her in eine der Halbkugeln und stellen Sie diese auf Ihre Arbeitsfläche. Vergewissern Sie sich durch Drehen der Halbkugel, dass der Stab senkrecht zur Arbeitsfläche steht, und kleben Sie ihn in dieser Position fest. Verfahren Sie mit dem anderen Rundholz und der anderen Halbkugel ebenso und kleben Sie dann die beiden Halbkugeln zur Zentrums- bzw. Erdkugel mit durchlaufender Himmelsachse zusammen. Kürzen Sie dann die beiden Enden der Himmelsachse auf jeweils 120 mm.

Schritt 72 (Verklebte Version)

Prüfen Sie, ob sich die Himmelsachse gut in ihre Halterungen im Meridian einsetzen lässt: Drehen Sie den Meridian so im Horizontgestell, dass die eine Achshalterung oben im Zenit und die andere unten im Nadir steht und setzen Sie die Himmelsachse in die Schlitze der Achshalterungen ein. Falls die Achse noch zu lang ist, schneiden Sie auf beiden Seiten vorsichtig gleich viel ab. Die Achse wird jetzt noch nicht eingeklebt.

Schritt 72 (Zerlegbare Version)

Setzen Sie die nördliche Achshalterung mit dem aufgeklebten Achshalterungs-Block so auf den Meridian, dass der Block in seiner Lücke sitzt bzw. klemmt und die äußere Halterung glatt auf dem Meridian aufliegt. ***Hinweis:*** *Die nördliche Achshalterung liegt in der Meridianhälfte mit den positiven Gradzahlen.* Setzen Sie in gleicher Weise auch die südliche Achshalterung mit aufgeklebtem Block in den Meridian ein und prüfen Sie dann, ob die Himmelsachse in die Schlitze der Halterungen passt und nicht zu lang ist. Schneiden Sie, falls nötig, auf beiden Seiten gleich viel ab. Die Achse wird jetzt noch nicht eingeklebt.

Schritt 73

Bemalen Sie jetzt die Himmelsachse, z.B golden, und ebenso die Holzkugel, falls Sie sie nicht schon vorher als Erdkugel bemalt haben.

Jetzt sind alle Elemente des Tischplanetariums fertiggestellt. Es folgt als Letztes der Zusammenbau der Himmelskugel aus den vier Bögen (Abschnitte J, K, L und M) mit der darin liegenden Ekliptik, wieder getrennt nach fest verklebter und zerlegbarer Version.

Abschnitt v-U: Der Zusammenbau der Himmelskugel (verklebt)

Um die Himmelskugel zu bilden, werden die vier halben Himmelsringe durch das nördliche und das südliche Himmelskugel-Lager zu zwei sich kreuzenden ganzen Ringen verbunden. Dabei wird gleichzeitig die Ekliptik mit darin liegender Mondbahn mittels der Drahtstifte in die Himmelskugel eingebaut.

Schritt 74

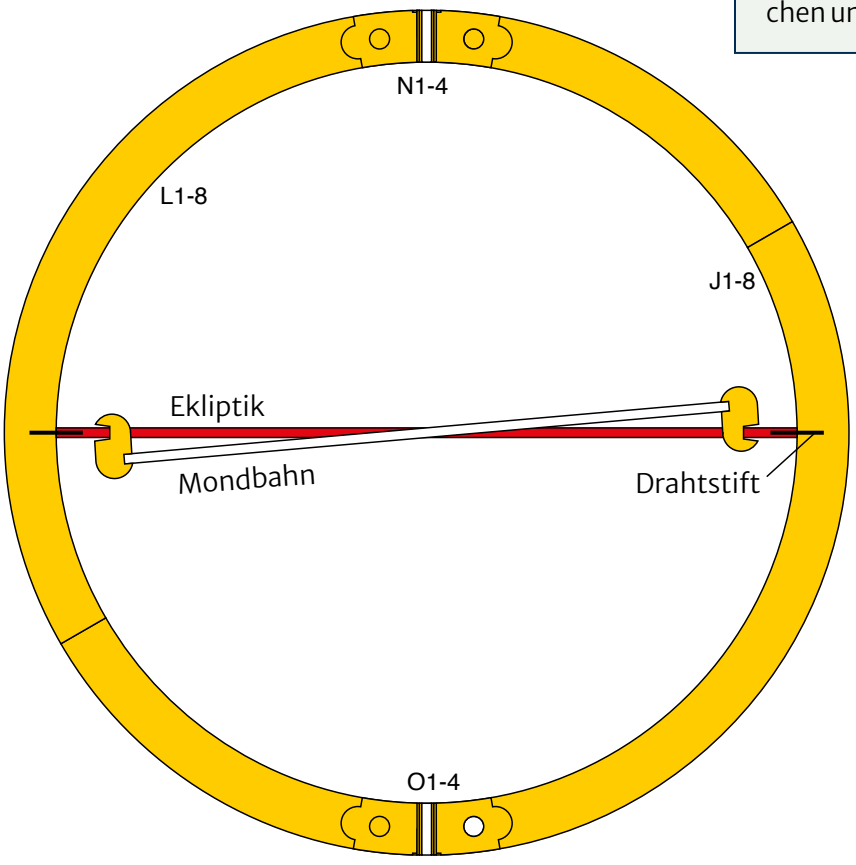
Legen Sie sich 4 Wäscheklammern zurecht, ebenso die 4 Bögen der Himmelskugel, das nördliche und das südliche Lager der Himmelskugel sowie die Ekliptik mit der Mondbahn. Nehmen Sie einen der beiden Bögen, bei denen sich der Drahtstift bei der Markierung „0°“ befindet, und stecken Sie ihn mit seinem „N“-Ende in einen der Schlitze des nördlichen Lagers. Schieben Sie ihn so tief hinein, bis er innen anstößt, richten Sie ihn so aus, dass seine Rundung mit der Rundung der Lagerwangen übereinstimmt und fixieren Sie ihn provisorisch mit einer Wäscheklammer. Stecken Sie dann auf gleiche Weise das andere Ende des Bogens in einen Schlitz des südlichen Lagers und befestigen sie ihn ebenfalls mit einer Klammer.

Schritt 75

Nehmen Sie den anderen Bogen, der seinen Drahtstift ebenfalls bei der Markierung „0°“ hat, stecken Sie ihn in diejenigen Schlitze von nördlichem und südlichem Lager, die dem ersten Bogen gegenüber liegen, und fixieren Sie ihn ebenfalls mit Klammern. Es ist nun ein ganzer Ring entstanden. Überzeugen Sie sich noch einmal davon, dass die positiven Gradzahlen auf der nördlichen Hälfte des Ringes liegen und die negativen auf der südlichen. Kleben Sie nun einen der beiden Bögen in den Lagern fest, indem Sie ihn zunächst entfernen, etwas Klebstoff in die Schlitze geben und den Bogen dann wieder einsetzen. Gut trocknen lassen.

Schritt 76

Nehmen Sie die Ekliptik und legen Sie sie so vor sich hin, dass die Gradzahlen linksläufig sind, d.h. dass sie gegen den Uhrzeigersinn aufsteigen. Auch die Monatsnamen sind dann linksläufig, ebenso wie die Richtungspfeile auf der Mondbahn. Diese Seite der Ekliptik wird zum nördlichen Lager der Himmelskugel zeigen. *Zur Erinnerung: Die Löcher für die Drahtstifte in der Außenkante der Ekliptik liegen bei den Gradzahlen 360°/0° (Datum: 21. März), 90° (21. Juni), 180° (23. September) und 270° (22. Dezember).* Lösen Sie nun eine der Klammern, setzen Sie die Ekliptik in den Himmelsring ein und stecken Sie dabei die Drahtstifte der beiden Bögen in die Löcher bei 0° (21. März) und 180° (23. September). Vergewissern Sie sich noch einmal, dass die Ekliptik mit ihrer linksläufigen Gradmarkierung zum N-Pol der Himmelskugel zeigt und kleben Sie dann auch den zweiten Bogen im nördlichen und südlichen Lager fest.



Schritt 77

Nehmen Sie den Bogen zur Hand, dessen Drahtstift bei der Markierung „+23,4°“ liegt. Suchen Sie auf der Ekliptik die 90°-Markierung (21. Juni), stecken Sie den Drahtstift in das dortige Loch und die Enden des Bogens gleichzeitig in die Schlitze im nördlichen und südlichen Lager. Kleben Sie die Bogenenden dort fest. Die Ekliptik hat jetzt eine schräge Lage in der Himmelskugel: Sie ist um 23,4° gegen den Himmelsäquator geneigt, den man sich bei den 0°-Markierungen der Bögen vorstellen muss (er ist nicht durch einen eigenen Kartonring dargestellt).

Schritt 78

Kleben Sie als letztes den vierten Bogen in die Lager der Himmelskugel. Der Drahtstift sitzt hier bei der -23,4°. Er kommt in das letzte freie Loch im Ekliptikrand, das bei 270° (22. Dezember) liegt.

Die Himmelskugel ist damit fertig montiert. Jetzt muss sie nur noch in den Meridianring eingebaut werden.

Abschnitt z-U: Der Zusammenbau der Himmelskugel (zerlegbar)

Um die Himmelskugel zu bilden, werden die vier halben Himmelsringe durch das nördliche und das südliche Himmelskugel-Lager zu zwei sich kreuzenden ganzen Ringen verbunden. Dabei wird gleichzeitig die Ekliptik mit darin liegender Mondbahn mittels der Drahtstifte in der Himmelskugel befestigt.

Schritt 74

Legen Sie sich die 4 Bögen der Himmelskugel zurecht, ebenso das nördliche und das südliche Lager der Himmelskugel, 8 Buchschrauben mit Mutter sowie die Ekliptik mit der Mondbahn. Nehmen Sie einen der beiden Bögen, bei denen sich der Drahtstift bei der Markierung „0°“ befindet, und stecken Sie ihn mit seinem „N“-Ende in einen der Schlitze des nördlichen Lagers. Schieben Sie ihn so tief hinein, bis er innen anstößt, und prüfen Sie, ob die Löcher im Lager und die des Bogens genau übereinander liegen. Falls nötig, müssen Sie einen evtl. überstehenden Kartonrand am Bogenende abschneiden oder –schleifen. Befestigen Sie den Bogen mit einer Buchschraube im Lager. Stecken Sie dann auf gleiche Weise das andere Ende des Bogens in einen Schlitz des südlichen Lagers und befestigen sie ihn ebenfalls mit einer Buchschraube.

Schritt 75

Nehmen Sie den anderen Bogen, der seinen Drahtstift ebenfalls bei der Markierung „0°“ hat, und stecken Sie ihn in diejenigen Schlitze von nördlichem und südlichem Lager, die dem ersten Bogen gegenüber liegen. Es ist nun ein ganzer Ring entstanden. Überzeugen Sie sich noch einmal davon, dass die positiven Gradzahlen auf der nördlichen Hälfte des Ringes liegen und die negativen auf der südlichen und fixieren Sie den Bogen zunächst mit einer Buchschraube, die aber noch nicht fest angezogen wird.

Schritt 76

Nehmen Sie die Ekliptik und legen Sie sie so vor sich hin, dass die Gradzahlen linksläufig sind, d.h. dass sie gegen den Uhrzeigersinn aufsteigen. Auch die Monatsnamen sind dann linksläufig, ebenso wie die Richtungspfeile auf der Mondbahn. Diese Seite der Ekliptik wird zum nördlichen Lager der Himmelskugel zeigen. *Zur Erinnerung: Die Löcher für die Drahtstifte in der Außenkante der Ekliptik liegen bei den Gradzahlen 360°/0° (Datum: 21. März), 90° (21. Juni), 180° (23. September) und 270° (22. Dezember).* Setzen Sie nun die Ekliptik in den Himmelsring ein und stecken Sie dabei gleichzeitig die Drahtstifte der beiden Bögen in die Löcher bei 0° (21. März) und 180° (23. September). Schrauben Sie dann den zweiten Bogen auch in beiden Lagern fest.

Schritt 77

Nehmen Sie den Bogen zur Hand, dessen Drahtstift bei der Markierung „+23,4°“ liegt. Suchen Sie auf der Ekliptik die 90°-Markierung (21. Juni), stecken Sie den Drahtstift in das dortige Loch und die Enden des Bogens gleichzeitig in die Schlitze im nördlichen und südlichen Lager. Schrauben Sie die Bogenenden dort fest. Die Ekliptik hat jetzt eine schräge Lage in der Himmelskugel: Sie ist um 23,4° gegen den Himmelsäquator geneigt, den man sich bei den 0°-Markierungen der Bögen vorstellen muss (er ist nicht durch einen eigenen Kartonring dargestellt).

Schritt 78

Schrauben Sie als letztes den vierten Bogen in die Lager der Himmelskugel. Der Drahtstift sitzt hier bei der -23,4°. Er kommt in das letzte freie Loch im Ekliptikrand, das bei 270° (22. Dezember) liegt.

Die Himmelskugel ist damit fertig montiert. Jetzt muss sie nur noch in den Meridianring eingebaut werden.

Abschnitt v–W: Der Einbau der Himmelskugel in den Meridian (verklebt)

Die Himmelskugel wird mit der Himmelsachse im Meridianring befestigt.

Schritt 79

Stecken Sie die Himmelsachse von innen erst durch das eine, dann auch durch das andere kleine quadratische Loch im nördlichen und südlichen Lager der Himmelskugel, so dass ihre Enden auf beiden Seiten gleich weit herausragen. Prüfen Sie, ob sich die Himmelskugel leicht um die Achse dreht. Ist sie zu schwergängig, markieren Sie an beiden Enden das Stück Achse im Bereich des Lagers, ziehen Sie die Achse wieder heraus und schleifen Sie mit Sandpapier oder einer Messerklinge so viel ab, bis sie sich leicht dreht. Gegebenenfalls müssen Sie die Bemalung der Achse an diesen Enden wieder ergänzen. Gleichzeitig mit der Himmelskugel muss auch der Stundenring in den Meridian eingesetzt werden. Das erfordert etwas Geschick, ist im Grunde aber ganz einfach:

Schritt 80

Nehmen Sie den Meridian aus dem Horizontgestell und halten Sie ihn senkrecht, mit der „N“-Markierung oben. Halten Sie den Stundenring horizontal, mit derjenigen Seite nach oben, auf der die Stunden rechtläufig aufeinander folgen, also im Uhrzeigersinn. Schieben Sie den Stundenring zunächst nur anfänglich in seine Schlitze, so dass sich die Himmelskugel in die Mitte von Meridian und Stundenring hineinlegen lässt, wie ein Apfel in einen Korb. Schieben Sie dann den Stundenring so weit in den Meridian, bis er mit seinen Schlitzen in dessen Schlitze einrastet und die Stützen an ihrem Ort sind.

Schritt 81

Legen Sie nun den Meridian flach auf den Horizont, so dass die offenen Seiten der Achshalterungen oben liegen, und drücken Sie die Enden der Himmelsachse in ihre Lücken. Geben Sie etwas Klebstoff auf die Achsen und kleben Sie die beiden übrigen Achshalterungen darauf, “N“ auf „N“ und „S“ auf „S“.

Abschnitt z–W: Der Einbau der Himmelskugel in den Meridian (zerlegbar)

Die Himmelskugel wird mit der Himmelsachse im Meridianring befestigt.

Schritt 79

Stecken Sie die Himmelsachse von innen erst durch das eine, dann auch durch das andere kleine quadratische Loch im nördlichen und südlichen Lager der Himmelskugel, so dass ihre Enden auf beiden Seiten gleich weit herausragen. Prüfen Sie, ob sich die Himmelskugel leicht um die Achse dreht. Ist sie zu schwergängig, markieren Sie an beiden Enden das Stück Achse, das im Lager liegt, ziehen Sie die Achse wieder heraus und schleifen Sie mit Sandpapier oder einer Messerklinge so viel ab, bis sie sich leicht dreht. Ggf. müssen Sie die Bemalung der Achse an diesen Enden wieder ergänzen. Gleichzeitig mit der Himmelskugel muss auch der Stundenring in den Meridian eingesetzt werden. Das erfordert etwas Geschick, ist im Grunde aber ganz einfach:

Schritt 80

Halten Sie den Meridian senkrecht mit der „N“-Markierung oben und den Stundenring horizontal, mit derjenigen Seite nach oben, auf der die Stunden rechtläufig aufeinander folgen, also im Uhrzeigersinn. Schieben Sie den Stundenring zunächst nur anfänglich in seine Schlitze, so dass sich die Himmelskugel in die Mitte von Meridian und Stundenring hineinlegen lässt, wie ein Apfel in einen Korb. Schieben Sie dann den Stundenring so weit in den Meridian, bis er mit seinen Schlitzen in dessen Schlitze einrastet und die Stützen an ihrem Ort sind.

Schritt 81

Drücken Sie die beiden Achshalterungen mit dem aufgeklebten kleinen Block in die Aussparungen im Meridian und legen Sie ihn flach auf den Horizont, so dass die offenen Achshalterungen oben liegen, und drücken Sie die Enden der Himmelsachse in ihre Lücken. Kleben Sie die Achse in den Schlitzen der Achshalterungen fest (aber nicht die Achshalterungen im Meridian!) und lassen Sie diese Klebung gut trocknen. ***Tipp:*** *Falls Sie die Zentrumskugel als Erdball mit den Kontinenten bemalt haben, empfiehlt es sich die Achse vorher so zu drehen, dass Ihr Wohnort ungefähr zum Meridian hin weist, und zwar dorthin, wo der Stundenring seine „12“-Markierung hat.*

Legen Sie nach dem Trocknen die beiden übrigen Achshalterungen darauf und schrauben Sie sie fest.

Stellen Sie zum Abschluss den Meridian mit der eingebauten Himmelskugel in das Horizontgestell. Die mechanischen Teile Ihres Tisch-Planetarium sind nun fertig.

Abschnitt X: Die Planetenkugeln

Die Planetenkugeln bestehen aus Moosgummi. Unter Druck können sie sich etwas verformen, ebenso leicht lassen sie sich aber auch durch Gegendruck wieder zurechtdrücken. Mit dem Schlitz werden sie von außen auf die Ekliptik gesetzt (Mond: von innen auf seine Bahn).

Schritt 82

Die beiden großen Kugeln dienen als Sonne und Mond, die fünf kleineren als Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Das Material lässt sich gut mit Filzstiften bemalen, vorzugsweise mit lichtechten pigmentierten Stiften. Traditionell werden Merkur das Gelb, Venus das Grün, Mars das Rot, Jupiter das Orange und Saturn das Dunkelblau zugewiesen. Die Sonne kann golden werden oder ebenfalls rot, der roten Schmuckfarbe der Sonnenbahn entsprechend, wobei sich dann aber das Mars-Rot (eher dunkel) und das Sonnen-Rot (eher hell) unterscheiden sollten. Für den Mond bietet sich Silber oder entsprechend der Mondbahnfarbe Weiß an, wobei man aber berücksichtigen muss, dass auf Grund der porösen Oberfläche die metallischen Farben Gold und Silber matt bleiben und nicht glänzen.

Es empfiehlt sich, einen zweiten Satz Planetenkugeln zu bestellen, z.B. um mit je einer Sonne auf der Sommer- und auf der Winterposition den enormen Unterschied zwischen den beiden Tagesbögen in unseren Breiten mit einer Umdrehung der Himmelskugel gleichzeitig erlebbar machen. Die zusätzlichen kleinen Kugeln können bei Bedarf als Fixsterne auf die Bögen der Himmelskugel gesteckt werden.

***Tipp:** Wenn nicht alle Kugeln auf einmal eingesetzt werden sollen, z.B. weil Sie sich auf die Bewegungen von Sonne und Mond konzentrieren wollen, können die nicht benötigten auf den Innenrand der Ost/West-Arme des Horizontständers gesteckt und so geparkt werden.*

Jetzt ist Ihr Tisch-Planetarium komplett.

***Herzlichen Glückwunsch!** Sie haben ein hochwertiges astronomisches Demonstrationsgerät gebaut, das nicht nur prächtig anzuschauen ist, sondern mit dem sich auch sehr genau alle für die Horizontastronomie wichtigen Himmels- und Gestirnsbewegungen demonstrieren und erklären lassen. Haben Sie ein besonders gelungenes Foto des Tisch-Planetariums, oder Vorschläge für Ergänzungen oder Verbesserungen? Schicken Sie uns eine Nachricht an info@astromedia.de, wir freuen uns und bedanken uns im Voraus!*

So stellen Sie das Tisch-Planetarium ein:

Auf die geografische Breite eines Ortes einstellen

Die eingestellte geografische Breite wird immer am Zenit abgelesen, der höchsten Stelle des Meridians. Gegenüber, im Nadir, steht dann immer die gleiche Gradzahl, nur mit umgekehrtem Vorzeichen. Ein Beispiel: Setzen Sie den Meridian so in das Horizontgestell, dass die Himmelsachse senkrecht steht, mit der „N"-Markierung oben, und der Stundenring waagerecht und damit parallel zum Horizont liegt, mit der 12-Uhr-Marke am Südpunkt des Horizonts. Jetzt stehen der Himmelsnordpol im Zenit und der Himmelssüdpol im Nadir. Das ist die Einstellung für die geografische Breite 90°, den Nordpol der Erde. Für alle Orte weiter südlich wird der Himmelsnordpol durch Drehen des Meridians dem Nordpunkt des Horizonts angenähert. Wenn er ihn erreicht hat und der Himmelssüdpol gleichzeitig von unten her am Südpunkt des Horizonts erscheint, ist das Tischplanetarium auf 0° Breite und damit für alle Orte am Äquator der Erde eingestellt. Durch weiteres Drehen stellen Sie das Tisch-Planetarium für Orte auf der südlichen Erdhälfte ein. Der Himmelssüdpol steigt dann im Süden immer höher über dem Horizont auf, und wenn er den Zenit erreicht, ist das Tisch-Planetarium auf den Südpol der Erde eingestellt.

Weitere Beispiele für geografische Breiten

Nordpol	+90,0°	Jerusalem	+30,8°
Hammerfest	+70,7°	Kairo	+30,0°
Nördl. Polarkreis	+66,6°	Nördl. Wendekreis	+23,4°
Stockholm	+59,3°	Mexico City	+19,4°
Moskau	+55,8°	Bangkok	+13,7°
Mainz	+50,0°	Singapur	+1,3°
Paris	+48,8°	Südl. Wendekreis	-23,4°
München	+48,1°	Kapstadt	-33,9°
Neapel	+40,8°	Buenos Aires	-34,6°
New York	+40,8°	Melbourne	-37,8°
Peking	+39,9°	Südl. Polarkreis	-66,6°

Einen bestimmten Tag des Jahres einstellen

Das Datum wird durch die Position der Sonnenkugel auf der mittleren Skala der Ekliptik mit ihren 365 kleinen Tageskreisen bestimmt. Die Namen auf der äußeren Skala zeigen den Bereich des Sternbilds an, welches die Sonne gerade durchläuft, und die Skala am Innenrand das jeweilige Sternzeichen. Die Gradzahlen zwischen den Sternzeichen geben den Stand der Sonne in sogenannter ekliptikaler Länge an. (*Sternbilder* sind die am Himmel sichtbaren und unterschiedlich großen Fix-

stern-Gruppierungen, *Sternzeichen* sind dagegen gleichförmige 30°-Abschnitte auf der Ekliptik, die zwar nach den Sternbildern benannt sind, sich aber heute nicht mehr mit ihnen decken und fast nur noch in der Astrologie Verwendung finden).

Die Himmelskugel drehen

Osten aufgeht und im Westen untergeht und dabei die Ziffern des Stundenrings in aufsteigender Reihenfolge überstreicht. Das gilt unabhängig davon, ob der Himmelsnord- oder der Himmelssüdpol über dem Horizont steht, also auch für die Orte der südlichen Erdhälfte. Weil dort die Sonne mittags im Norden steht, bewegt sie sich von rechts nach links über den Horizont, was auf einen europäischen Beobachter so wirkt, als liefe sie verkehrt herum. Eine volle Umdrehung nur der Himmelskugel dauert knapp einen Tag. Weil wir die Zeit aber nicht von den Sternen, sondern vom Stand der Sonne ablesen und die Sonne täglich ein kleines Stück weiter wandert, dauert der Sonnentag vier Minuten länger als der Sterntag, also 24 Stunden. Durch die tägliche Drehung der Himmelskugel bewegt sich alles von Ost nach West („von links nach rechts"). Davon müssen die viel langsameren Eigenbewegungen von Sonne, Mond und Planeten auf dem Hintergrund des Fixsternhimmels unterschieden werden, die (mit kleinen Ausnahmen) immer in entgegengesetzter Richtung verlaufen und vom täglichen Umschwung des Sternenhimmels überlagert werden.

Eine bestimmte Tageszeit einstellen

Die Tageszeit können Sie an der Stellung der Sonne in Bezug zum Stundenring ablesen. Wenn sie bei einer Umdrehung der Himmelskugel ihren höchsten Stand über dem Horizont erreicht, steht sie bei bzw. über oder unter der 12-Uhr-Marke des Stundenrings. Dabei wird allerdings Sonnenzeit angezeigt, die sogenannte Wahre Ortszeit (WOZ), nicht die Mitteleuropäische (MEZ) oder eine andere Zonenzeit. Die Ende des 19. Jahrhunderts eingeführten und für Wirtschaft und Verkehr sehr praktischen Zonenzeiten können erheblich von der Sonnenzeit abweichen, in Westspanien sogar mehr als 1½ Stunden (und bei Sommerzeit-Umstellung noch eine Stunde mehr!).

Die Position des Mondes

Stecken Sie den Mond auf die Innenseite der Mondbahn. Der Abstand zwischen den 27 runden Symbolen (eines davon liegt unsichtbar unter dem Mondknoten) gibt den Weg an, den der Mond innerhalb von 24 Stunden auf seiner Bahn zurücklegt, in Richtung der Pfeile. Nach 27,3 Tagen kommt er wieder an denselben Punkt seiner Bahn zurück („siderischer Monat"), zur selben Position in Bezug zur Sonne aber erst nach 29,5 Tagen („synodischer Monat"), da diese inzwischen ja weiter gewandert ist. Steht er der Sonne gegenüber, ist Vollmond, steht er vor ihr, ist Neumond, dazwischen ist er zu- oder abnehmend. Die Knoten der Mondbahn wandern im Laufe von ca. 18 Jahren und 7 Monaten einmal um die ganze Ekliptik herum, entgegengesetzt der Laufrichtung des Mondes selber. Die Position des Mondes sowie der Mondknoten für einen bestimmten Tag lässt sich Ephemeriden entnehmen, wie man sie im Internet auf verschiedenen, teil weise auch astrologischen Seiten findet (z.B. www.astro.com/swisseph/swepha_g.htm oder www.ephemeriden.com). Die Positionsangaben beziehen sich dort meist auf die Ekliptik und werden oft in Grad innerhalb eines Sternzeichens angegeben.

Die Positionen der Planeten

Die sogenannten inneren Planeten Merkur und Venus haben ihre Bahnen näher an der Sonne als die Erde und können sich deshalb, von der Erde aus gesehen, nur begrenzt von der Sonne entfernen: Der maximale Abstand beträgt bei Venus 47° und bei Merkur nur 28° auf der Ekliptik. Das ist auch der Grund, warum besonders Merkur so selten zu sehen ist: Er wird meist von der Sonne überstrahlt. Die anderen drei klassischen, mit dem bloßen Auge sichtbaren Planeten Mars, Jupiter und Saturn können dagegen auch in Opposition zur Sonne treten, d.h. auf der ihr gegenüber liegenden Seite der Ekliptik stehen. Was Sie bedenken sollten: Die Planeten bewegen sich in der gleichen Richtung wie die Sonne (außer zu den kurzen Zeiten, in denen sie rückläufig sind) und halten sich in der Nähe der Ekliptik, sie können sich aber auch von ihr entfernen, so dass sie zeitweise über und unter ihr stehen. Bei der Venus kann dieser Abstand sogar bis 8° betragen. Zur Vereinfachung bietet das Tisch-Planetarium nur die Möglichkeit, die Planeten auf der Ekliptik anzubringen. Die aktuellen Positionen der Planeten für ein gegebenes Datum können Sie wie beim Mond in Ephemeriden nachschlagen.

Und das können Sie mit dem Tisch-Planetarium demonstrieren:

Die Bewegung der Gestirne an einem beliebigen Ort der Erde

Am Nordpol und am Südpol der Erde bewegen sich die Fixsterne parallel zum Horizont, gehen also nie auf oder unter (für Sonne, Mond und Planeten gilt das wegen ihrer Eigenbewegungen entlang der Ekliptik nur eingeschränkt). Am Äquator dagegen bewegen sich alle Gestirne rechtwinklig zum Horizont, woraus sich auch die kurzen Dämmerungszeiten erklären. Das bedeutet aber auch, dass nur am Äquator jeder Stern innerhalb 24 Stunden einmal auf- und einmal untergeht. An allen anderen Orte der Erde bleibt ein mehr oder weniger großer Teil der Sterne immer über oder unter dem Horizont. Solche Sterne bezeichnet man als „zirkumpolar". Das bekannteste zirkumpolare Sternbild bei uns ist der Große Wagen (eigentlich Teil des noch größeren Sternbildes Großer Bär).

Die Entstehung der Jahreszeiten

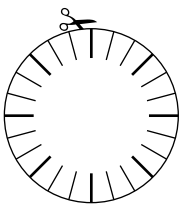
Stellen Sie den Meridian auf einen Ort in der Mitte Europas mit z.B. 50° Breite ein, lassen Sie die Sonne nach und nach durchs Jahr wandern und drehen Sie immer wieder die Himmelskugel. Liefe die Sonne entlang des Himmelsäquators (dort, wo sich der Stundenring befindet), wäre jeder Tag gleich lang, es gäbe keine Jahreszeiten. Da die Ekliptik aber um 23,4° geneigt ist, sind die Tagbögen der Sonne in der einen Jahreshälfte deutlich länger als der anderen (bei den Nachtbögen der Sonne unter dem Horizont ist es genau entgegengesetzt). Versuchen Sie dann dasselbe mit Meridianeinstellungen für andere Orte (Polarregion, Tropen, Äquator, Südpol etc.) und vergleichen Sie die Stärke der Jahreszeitenunterschiede. Sie werden staunen!

Die Dauer der Dämmerungszeiten

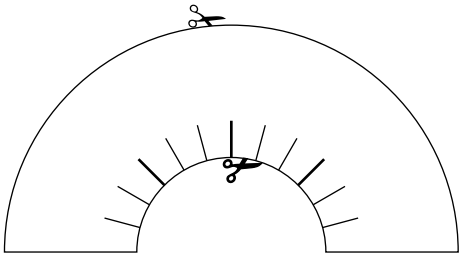
Es werden je nach Bedürfnis drei Arten der abendlichen Dämmerung unterschieden, die alle mit dem Untergang der Sonne beginnen: Die bürgerliche Dämmerung endet bei einem Sonnenstand 6° unter dem Horizont, die nautische bei 12° und die astronomische bei 18°, weil es dann erst dunkel genug für die Arbeit der Astronomen ist. An den Markierungen auf den Armen der Ständer können Sie ablesen, in welchem Dämmerungsbereich sich die Sonne unter dem Horizont befindet. Wenn Sie mit dem Tischplanetarium die Dämmerungszeiten für unterschiedliche geografische Breiten und Jahreszeiten untersuchen, werden Sie staunen, wie stark sie über die Erde hin differieren. Für die Morgendämmerung gilt Entsprechendes.

Die Entstehung von Finsternissen

(S. dazu auch den Abschnitt Die Position des Mondes weiter oben). Eine Sonnenfinsternis kann sich nur ereignen, wenn der Mond vor der Sonne steht (Neumond), eine Mondfinsternis nur, wenn er ihr gegenüber steht (Vollmond), und zwar jeweils genau, d.h. er muss sich dabei auf der Höhe der Ekliptik befinden. Da seine Bahn um 5,2° gegen die Ekliptik geneigt ist, kreuzt er bei seiner monatlichen Wanderung aber nur zwei Mal die Ekliptik, nämlich an den Mondknoten. Es müssen also Voll- oder Neumond in Mondknotennähe stattfinden, um eine Finsternis entstehen zu lassen. – Stehen Sonne und Mond im mit „T" markierten Bereich, wird die Finsternis total, im „P"-Bereich wird sie nur partiell.



Schablone für die Längengrade



Schablone für die Breitengrade. Ausschneiden und zum Versteifen auf dünnen Karton kleben.

Voll funktionstüchtige und lehrreiche Kartonbausätze aus Astronomie und Technik.



DAS NEWTON-SPIEGELTELESKOP

Ein Kartonbausatz für den Himmel

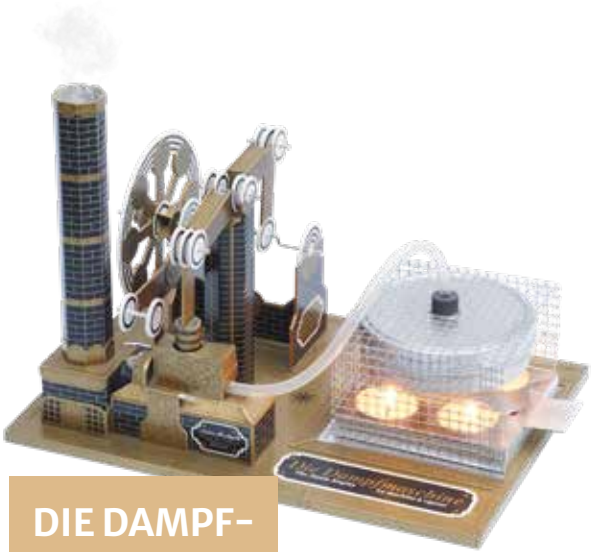
Treten Sie in Newtons Fußstapfen und bauen Sie sich ein voll funktionstüchtiges Spiegel-teleskop mit 30-facher Vergrößerung.



DAS KOPERNIKUS-PLANETARIUM

Kurbelnd um die Sonne

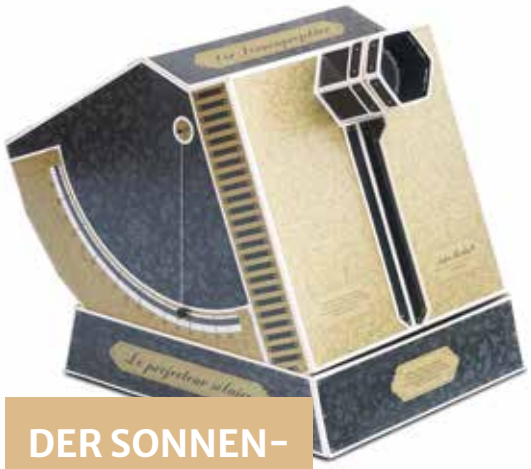
So werden die Bewegungen der inneren Planeten, des Mondes und der Erde im kopernikanischen Weltbild erlebbar.



DIE DAMPF-MASCHINE

Der faszinierende Klassiker

Ein Teelicht-Antrieb mit raffinierter Dampf-führung ermöglichen eine funktionstüchtige Maschine aus Karton.



DER SONNEN-PROJEKTOR

Das Finsternis-Sonnenkino

Ein Projektor zur gefahrlosen Beobachtung von Sonnenfinsternissen, Planetentransits oder Sonnenflecken.

TPL-DE-1126

AstroMedia
Der Verlag der Wissen schafft

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