

## Die Sternenuhr

Schon immer konnten Hirten, Jäger und Angehörige anderer Berufe, die regelmäßig auch nachts ihrer Tätigkeit nachgingen, die Zeit am Stand der Sterne ablesen. Für den unkundigen Stadtbewohner oder den ungeduldrigen Soldaten auf Nachtwache haben findige Astronomen und Instrumentenmacher gegen Ende des Mittelalters die erstmals 1295 erwähnte Sternenuhr erfunden, auch Nocturnal oder Nocturlabium genannt. Dieses raffinierte Gerät macht sich zu Nutze, dass das Sternbild *Großer Wagen* den Polarstern in 23 Stunden und 56 Minuten einmal umkreist, als wäre er der Zeiger an einer riesigen Uhr. Wegen der Differenz von 4 Minuten im Vergleich zu einem ganzen Tag wird die Sternenuhr vor dem Ablesen auf das aktuelle Tagesdatum eingestellt. Dann zeigt sie mit erstaunlicher Genauigkeit die Wahre Ortszeit an. Wie das geschieht, erfahren Sie am Ende der Bauanleitung.

Die alten Instrumentenbauer haben die Sternenuhren gerne mit einem auf der Rückseite angebrachten zweiten Gerät kombiniert, z.B. einer Sonnenuhr oder wie hier mit einem Astrolabium.

Das Seemann-Astrolab war gewöhnlich aus schwerem Messing gefertigt, damit es nicht so leicht im Wind schwankt, und ermöglichte einfache Messungen des Höhenwinkels von Sonne und Sternen. Aus diesen konnten dann wieder wichtige Schlüsse über die gegenwärtige Position auf dem Meer gezogen werden. Im 17. Jahrhundert war dieses Instrument weit verbreitet, es gehörte z.B. zur Standardausrüstung aller Schiffe der Niederländisch-Ostindischen Compagnie.

Trotzdem sind Sternenuhren und Astrolabien heute nur noch in wenigen Exemplaren erhalten, sie gehören deshalb zu den kostbaren Schätzen großer Museen.

### Bauanleitung:

**Bitte lesen Sie jeden Abschnitt vorher ganz durch.** Der Zusammenbau ist nicht schwer, weil alle Teile passgenau vorgestanzt sind.

Sie benötigen für den Zusammenbau ein scharfes Messer, um die gestanzten Teile sauber aus der Kartonplatte zu lösen, evtl. etwas feines Schleifpapier und einen guten Alleskleber. Lösungsmittelhaltiger Alleskleber ist besser geeignet als sogenannter lösungsmittelfreier Kleber auf Wasserbasis, da er den Karton nicht wellt.

Jedes Teil ist mit einer Bauteil-Nummer ([A1], [A2], [B1], [B2] usw.) sowie seinem Namen (in deutscher Sprache) gekennzeichnet. Der Buchstabe der Bauteil-Nummer ist innerhalb einer Baugruppe gleich. Lösen Sie immer nur die Teile aus der Kartonplatte, die Sie gerade benötigen, oder schreiben Sie andernfalls die Nummer des Teils auf seine Rückseite.

Zu jedem der Teile mit einer Bauteil-Nummer aus dünnem, bedrucktem Karton gehört ein entsprechendes Teil mit identischer Kontur aus dickem, unbedrucktem Karton. Diese Teile werden in der Bauanleitung als „Gegenstücke“ bezeichnet. Einige wenige Teile aus dickem Karton werden nicht benötigt, sie mussten aber aus technischen Gründen mitgestanzt werden.

### Inhalt dieses Bausatzes:

2 gestanzte Kartonplatten, 0,4 mm stark, bedruckt

2 gestanzte Kartonplatten, 1 mm stark, unbedruckt

### **Die Teile für die Sternenuhr:**

1. Lösen Sie die Datums-Scheibe [A1] aus der bedruckten Kartonplatte und entfernen Sie die Achse [A2] aus der Mitte. Das kleine runde Scheibchen in der Mitte der Achse wird entfernt, so dass ein Loch entsteht.
2. Lösen Sie das weiße Gegenstück zur Datums-Scheibe aus der dicken Kartonplatte, entfernen Sie auch hier die Achse aus der Mitte und machen Sie auch hier das Loch in der Mitte frei. Kleben Sie nun die Datums-Scheibe [A1] sowie die Achse [A2] auf ihre weißen Gegenstücke. Achten Sie gut darauf, dass die Kanten außen und an den Löchern genau übereinander liegen. Beschriften Sie anschließend beide Teile auf der Rückseite mit ihren Bauteilnummern [A1] und [A2].
3. Lösen Sie die Stunden-Scheibe [B1] so vorsichtig aus dem Karton, dass die Zacken am Rand nicht beschädigt werden. Trennen Sie die Achse [B2] wie in Schritt 1 heraus und machen Sie das Loch in ihrer Mitte frei.
4. Lösen Sie die weißen Gegenstücke aus der dicken Kartonplatte, kleben Sie die Stunden-Scheibe [B1] und die Achse [B2] genau bündig auf ihre Gegenstücke und schreiben Sie die Bauteil-Nummer auf die Achse [B2].
5. Kleben Sie die gezackte Stunden-Scheibe [B1] auf die Datums-Scheibe [A1]. Achten Sie darauf, dass die Zacken genau auf den weiß ausgesparten Zacken des Aufklebefeldes und die Löcher in der Mitte der beiden Teile übereinander liegen. Bei korrekter Ausrichtung zeigt die Kante der 18<sup>h</sup>-Zacke auf den 5. Juni.
6. Entfernen Sie das gestanzte Kartonteil aus dem Ablesefenster des Sternen-Zeigers [C1], ebenso die Achse [C2] in seiner Mitte und machen Sie in dieser das Loch frei. Kleben Sie den Sternen-Zeiger [C1] und die Achse [C2] auf ihre Gegenstücke aus dickem Karton. Schreiben Sie die Bauteilnummern auf die Rückseiten.
7. Kleben Sie die Verstärkung des Sternen-Zeigers [C3] auf die Rückseite des Sternen-Zeigers. Das Gegenstück aus dem dicken Karton wird nicht benötigt. Beim Aufkleben sollen sich die Kanten am Ende und an den Seiten des Zeigers exakt decken.
8. Entfernen Sie die Abdeckscheibe [D1] aus der Kartonplatte und das kleine Kartonstück aus dem Loch in ihrer Mitte. Kleben Sie sie auf ihr Gegenstück aus dickem Karton und schreiben Sie die Bauteilnummer auf die Rückseite.
9. Entfernen Sie die Griff-Verstärkung [E1] aus dem Karton und machen Sie das Loch für die Aufhängung frei. Kleben Sie die Griffverstärkung auf ihr Gegenstück aus weißem Karton und schreiben Sie auf die Rückseite die Bauteilnummer.
10. Entfernen Sie den Griff [E2] aus dem Karton, machen Sie das Loch für die Aufhängung und das Fenster zum Ablesen des Datums frei und kleben Sie den Griff auf sein Gegenstück aus dickem Karton. Schreiben Sie auf die Rückseite die Bauteilnummer.

### **Die Teile für das Seemanns-Astrolab:**

11. Entfernen Sie die Astrolab-Scheibe [F1] und die Achse [F2] aus dem Karton, machen Sie das Loch in der Achse frei und kleben Sie beide Teile auf ihre Gegenstücke aus dickem Karton. Schreiben Sie die Bauteilnummern auf die Rückseiten.

12. Kleben Sie die Griff-Verstärkung [E1] mit ihrer Rückseite so auf die Rückseite der Astrolab-Scheibe [F1], so dass sich die Kanten und das Loch der Griffverstärkung genau mit den Kanten und dem Loch an der Astrolab-Aufhängung decken.
13. Lösen Sie die Alhidade [G1] und die Achse [G2] aus dem Karton und entfernen Sie den Kartonrest aus den beiden rechteckigen Ausschnitten der Alhidade sowie aus dem kleinen Loch in der Achse. Kleben Sie die Alhidade [G1] und die Achse [G2] auf ihre Gegenstücke aus dickem Karton und schreiben Sie die Bauteilnummern auf die Rückseiten.
14. Lösen Sie die beiden Visier-Füße [H1] und [H2] aus dem Karton, entfernen Sie die Kartonreste in den rechteckigen Ausschnitten und kleben Sie beide Teile auf ihre Gegenstücke aus dickem Karton.
15. Kleben Sie die Visier-Füße [H1] und [H2] so auf die beiden Enden der Alhidade, dass sich der rechteckigen Ausschnitt und die geschwungene Kante links oben mit dem Ausschnitt und der geschwungenen Kante der Alhidade genau decken.
16. Lösen die beiden Visierhälften [J1] und [J2] aus dem Karton und machen Sie das kleine Loch frei. Lösen Sie eines der beiden Gegenstücke aus dem dicken Karton und kleben Sie die Visierhälften auf seine beiden Seiten. Achten Sie darauf, dass der Ausschnitt an der Unterkante genau übereinander liegt. - Das andere Gegenstück wird nicht benötigt.
17. Lösen Sie die Visierverstärkungen [J3] und [J4] aus dem Karton und kleben Sie sie auf ihre Gegenstücke aus dickem Karton. Kleben Sie dann auf jede Seite des Visiers [J1]+2 eine der beiden Visierverstärkungen. Achten Sie dabei darauf, dass die Ausschnitte an den Unterkanten der drei Teile genau übereinander liegen.
18. Verfahren Sie mit den beiden anderen Visierhälften [J5] und [J6] wie in Schritt 16. Auch hier wird das andere Gegenstück nicht benötigt.
19. Verfahren Sie mit den beiden Visierverstärkungen [J7] und [J8] wie in Schritt 17 und kleben Sie sie auf die beiden Seiten des Visiers [J5/J6].
20. Lösen Sie die Abdeckscheibe [L3] aus dem Karton und machen Sie das Loch in der Mitte frei. Kleben Sie sie auf ihr Gegenstück aus dickem Karton und schreiben Sie die Bauteilnummer auf die Rückseite.

### **Der Zusammenbau von Sternenuhr und Astrolab:**

21. Kleben Sie alle 5 bisher angefertigten Achsen [A2], [B2], [C2], [F2] und [G2] zu einem zylindrischen Achsblock aufeinander. Lösen Sie dann die Achse [K2], die sich im Inneren der Gleitscheibe [K1] befindet, aus dem dünnen Karton und kleben Sie sie auch noch auf den Block. Das Gegenstück zu ihr aus dickem Karton wird nicht benötigt. Achten Sie gut darauf, dass die Außenkanten und die Löcher aller Scheiben genau übereinander liegen. Prüfen Sie, ob sich der Achsblock in den Stern-Zeiger, die Datums-Scheibe, die Astrolab-Scheibe und die Alhidade stecken und drehen lässt und schleifen Sie falls nötig überstehende Ränder vorsichtig mit etwas feinem Sandpapier zurück. Der Achsblock hat jetzt genau die Höhe all der Teile, die sich um ihn drehen sollen.
22. Kleben Sie den Achsblock auf die unbedruckte Seite der Abdeckscheibe [D1] und beachten Sie auch hier, dass die Löcher in der Mitte genau übereinander liegen.

23. Legen Sie den Achsblock mit der Abdeckscheibe nach unten auf Ihre Arbeitsfläche und schieben Sie ohne Verwendung von Klebstoff alle bisher vorbereiteten Teile in dieser Reihenfolge auf den Achsblock:
  - a) Sternen-Zeiger [C1]: bedruckte Seite unten, aufgeklebte Zeiger-Verstärkung oben
  - b) Gleitscheibe [K1]: nur die dünne Kartonscheibe, bedruckte Seite unten. - Das dicke Gegenstück wird nicht benötigt
  - c) Datums-Scheibe [A1]: aufgeklebte Stundenscheibe unten, weiße Seite oben
  - d) Astrolab-Scheibe [F1]: aufgeklebte Griff-Verstärkung unten, Astrolab-Scheibe oben
  - e) Alhidade [G1]: weiße Seite unten, aufgeklebte Visier-Füße oben
24. Wenn alle Teile dicht aufeinander liegen, muss das Ende des Achsblocks bündig sein mit der Oberfläche der Alhidade. Prüfen Sie, ob sich alle Teile unabhängig voneinander um die gemeinsame Achse drehen lassen. Eine leichte Schwergängigkeit gibt sich mit häufigerer Benutzung von allein. Notfalls muss die Achse oder das Achsenloch eines Teiles vorsichtig mit Sandpapier nachgearbeitet werden.
25. Kleben Sie die Abdeckscheibe [L3] dort auf den Achsblock, wo er aus der Alhidade herauschaut. Achten Sie gut darauf, dass kein Klebstoff zwischen Abdeckscheibe und Achse und zwischen Achse und Alhidade gelangt.
26. Drehen Sie das Astrolab um, so dass die Sternenuhr oben liegt. Kleben Sie den Griff [E2] so auf das weiße Klebefeld der Griffverstärkung, dass die geschwungenen Kanten und das Loch für die Aufhängung genau übereinander liegen. Dabei ragt der Griff auch über die Datumsscheibe, und in seinem Ablesefenster erscheint das eingestellte Datum.
27. Drehen Sie die Sternenuhr wieder um, so dass das Astrolab wieder oben liegt. Kleben Sie an jedes Ende der Alhidade eines der an den Seiten verstärkten Visiere, und zwar so, dass der angeschrägte Zapfen auf der Unterseite in den rechteckigen Ausschnitt der Alhidade geklebt wird. Das Loch im Visier liegt dann genau über der Ablese-Kante der Alhidade.

**Die Sternenuhr und das Seemanns-Astrolab sind jetzt fertig. Herzlichen Glückwunsch zu diesem hochwertigen Kartoninstrument!**

#### **Fünf einfache Schritte, um nachts die Zeit von den Sternen abzulesen:**

1. Drehen Sie die Datums-Scheibe so lange, bis das Tagesdatum im Ablesefenster des Griffes über der Pfeilmarkierung steht.
2. Suchen Sie das Sternbild *Großer Wagen* und von dort den Polarstern. Sie finden ihn, wenn Sie den Abstand der beiden hinteren Sterne des Wagenkastens (= die zwei hellen Sterne in der Abbildung auf dem Sternen-Zeiger)  $5\frac{1}{2}$  mal in Richtung der Kastenöffnung verlängern (auf der Sternenuhr entspricht das der Richtung zur Achse).
3. Halten Sie die Sternenuhr so am Griff, dass dieser senkrecht nach unten zeigt, und peilen Sie mit halb angewinkelterm Arm den Polarstern durch das Loch in der Achse an.

4. Drehen Sie den Sternenzeiger, bis seine gerade Kante parallel zu den beiden hinteren Sternen des Wagenkastens ist. Der *Große Wagen* auf der Sternenuhr steht jetzt so wie der am Himmel.
5. Lesen Sie die Wahre Ortszeit im Ablesefenster des Sternenzeigers ab. Wie bei den alten Sternenuhren, deren Benutzer in der Nacht nur selten über eine Lichtquelle verfügten, können Sie die Zeit aber auch an den langen und kurzen Zacken der Stundenscheibe ertasten. Die etwas längeren Zacken stehen für die vollen Stunden, die kürzeren für die halben, und zwar für die Zeitangabe, die in Richtung Achse unterhalb der Zacke steht. Es gilt deshalb immer die Zacke, deren Zeit gerade im Ablesefenster des Sternenzeigers erscheint, und dieser gibt mit seiner Außenkante immer gerade die passende Zacke frei. Zur leichteren Orientierung sind die Zacken für 18, 24 und 6 Uhr durch ihre größere Länge und Breite etwas anders geformt als die der anderen vollen Stunden. Man kann deshalb auch beim Tasten mit der 18-Uhr-Zacke beginnen und dann die seit 18 Uhr vergangenen Stunden an den frei liegenden Zacken abzählen.

Hinweis: Die Sternenuhr zeigt nicht die bürgerliche Uhrzeit an, die wir als Mitteleuropäische Zonenzeit MEZ oder Sommerzeit MESZ kennen, sondern die Wahre Ortszeit WOZ, die vom Lauf der Sonne vorgegeben wird. Nach dieser Sonnenzeit ist es 12 Uhr Mittag, wenn die Sonne genau im Süden steht, bzw. Mitternacht, wenn sie ihren tiefsten Punkt unter dem Horizont erreicht hat. Das tritt in weiter östlich gelegenen Orten früher, in weiter westlich gelegenen Orten später ein, auch wenn die Menschen in diesen Orten nach der selben einheitlichen Zonenzeit leben. Z.B. steht in Warschau (Polen) die Sonne 1 Stunde und 16 Minuten früher im Süden als in Barcelona (Spanien), obwohl beide Orte zur mitteleuropäischen Zeitzone MEZ gehören. Eine ausführlichere Darstellung der Unterschiede zwischen Wahrer Ortszeit und Zonenzeit sowie eine Anleitung, wie man sie berechnen kann, findet sich in der Anleitung zum AstroMedia<sup>+</sup>-Bausatz *Die Digitale Sonnenuhr*.

#### **Vier einfache Schritte, um Sonnen- und Gestirnhöhen mit dem Seemanns-Astrolab zu messen:**

1. Damit das Astrolab Höhenwinkel messen kann, muss es an einer durch das Loch im Griff gezogenen Kordel aufgehängt werden. Dazu müssen Sie erst den asymmetrisch geformten Sternzeiger ins Gleichgewicht bringen, indem Sie seine Ablesekante auf die kleine goldene Markierung einstellen, die sich unten links auf der Astrolabskala zwischen  $66^\circ$  und  $67^\circ$  befindet. So können Sie überprüfen, ob das Astrolab wirklich senkrecht hängt: Halten Sie ein einfaches Lot, das aus einem Zwirnsfaden und einem kleinen Gewicht besteht, vor das aufgehängte Astrolab. Der Faden muss über die beiden  $90^\circ$ -marken und das Zentrum der Achse laufen.
2. Zur Messung des Winkels zwischen der Horizontalen und einer Berg- oder Gebäudespitze oder auch einem Stern halten Sie das Astrolab an der Kordel in Augenhöhe und verschieben die Alhidade, bis Sie den angepeilten Punkt durch beide Visier-Löcher gleichzeitig sehen können.
3. Zur Messung der Sonnenhöhe lassen Sie das Astrolab tiefer hängen und verschieben die Alhidade, bis ein Sonnenstrahl durch beide Löcher gleichzeitig fällt, z.B. auf eine dahinter gehaltene Handfläche. **Wichtig: Peilen Sie niemals direkt in die Sonne, Sie können Ihre Augen dauerhaft schädigen!**
4. Lesen Sie den gesuchten Winkel an den Enden der Alhidade auf der Skala ab.

Einige Beispiel dafür, was sich aus dem gemessenen Höhenwinkel erkennen lässt:

1. Wenn ich die Entfernung zu einer Gebäudespitze und den Winkel zwischen der Horizontalen und dem Blickstrahl zur Gebäudespitze kenne, kann ich rechnerisch oder zeichnerisch die Höhe des Gebäudes ermitteln.  
(Skizze)
2. Wenn ich die Höhe des Polarsterns kenne, kenne ich auch meine geografische Breite, denn beide sind (fast) gleich. Diese Messung war für den Seemann früher von größter Wichtigkeit.
3. Wenn die Sonne ihre höchste Höhe hat, ist Wahrer Mittag. Mit dieser Messung konnte man früher nicht nur die Sanduhren an Bord nachstellen, sondern wie mit dem Polarstern die geografische Breite bestimmen: Man musste nur in einer Tabelle nachsehen, wie groß an diesem Tag der Winkelabstand der Sonne zum Himmelsäquator ist und konnte daraus sehr einfach die geografische Breite bestimmen. Diese Messungen wurden mit dem einige hundert Jahre später erfundenen Spiegelsextanten perfektioniert.  
Eine ausführlichere Beschreibung, wie mit der Bestimmung der Sonnenmittags-  
höhe navigiert wird, finden Sie in der Anleitung zum AstroMedia\* Bausatz *Der Sextant*.