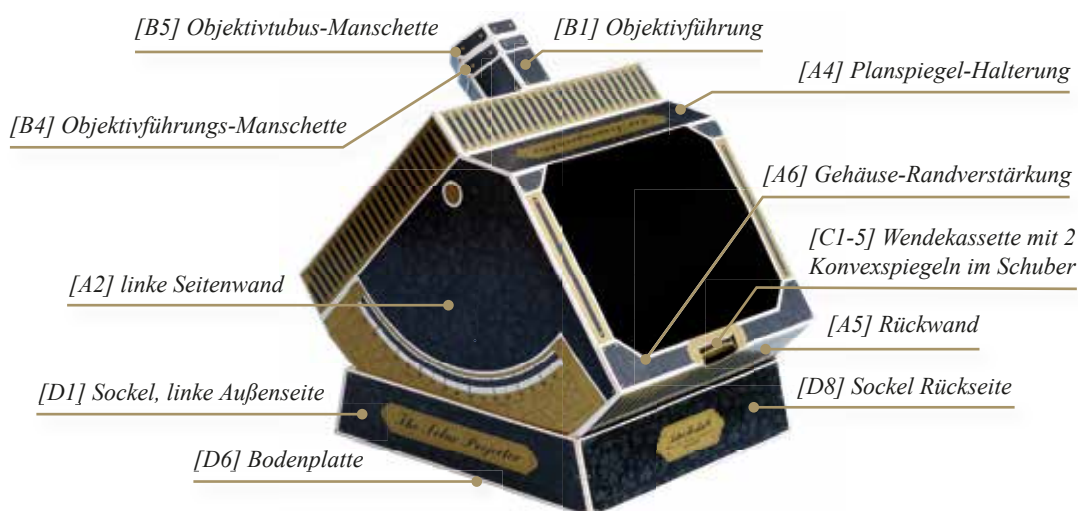
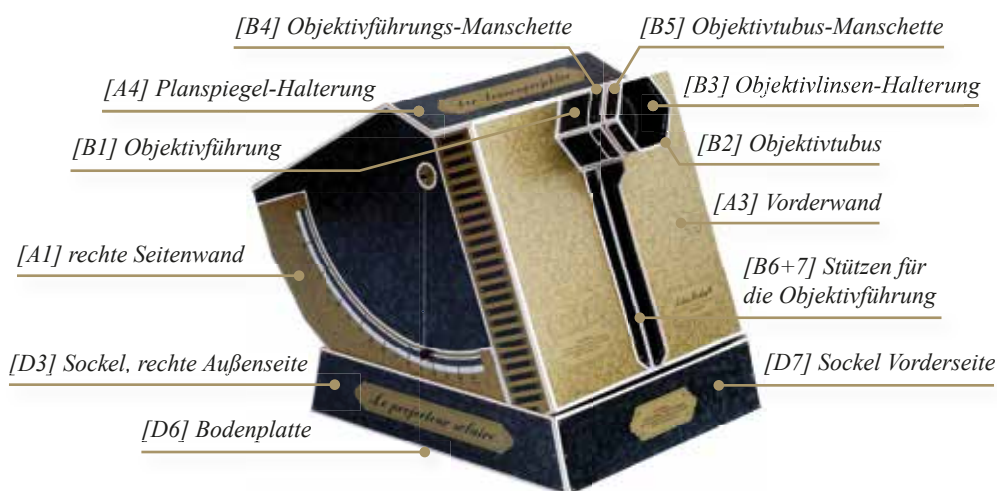


Der Sonnen-Projektor



Die Beobachtung der Sonne mit einem Fernrohr ist fast so alt wie die Erfindung des Teleskops, allerdings ist sie mit erheblichen Risiken verbunden: Nur ein starker Filter dämpft das Sonnenlicht weit genug ab, um Schäden an den Augen zu verhindern. Heute gibt es dafür zuverlässige Sonnenfilter, z.B. die AstroSolar™-Sonnenfilterfolie. Dieses Problem umgeht der Sonnen-Projektor, weil bei ihm der Blick nicht direkt auf die Sonne, sondern auf ein Abbild fällt, das von einem raffinierten optischen System erzeugt wird. So kann die Sonne ohne einen Schutzfilter völlig gefahrlos betrachtet werden. Dabei bedient sich der Sonnen-Projektor des Prinzips der Camera Obscura („Lochkamera“), mit der schon im 11. Jahrhundert Sonnenfinsternisse beobachtet wurden und das heute noch in jedem Fotoapparat genutzt wird: Licht fällt durch eine kleine Öffnung in eine abgedunkelten Kammer und erzeugt auf der gegenüber liegenden Seite ein auf dem Kopf stehendes Abbild der Außenwelt. Statt einer einfachen Öffnung hat der Sonnen-Projektor eine Linse und einen Konkavspiegel, die zusammen wie ein galileisches Teleskop wirken und eine starke Vergrößerung ermöglichen, und ein Planspiegel lenkt das Bild in eine bequeme Beobachtungsposition um. Das Grundprinzip ist aber immer noch das der Camera Obscura.



AstroMedia

BAUANLEITUNG

Tipps für einen erfolgreichen Zusammenbau

1. Damit der Zusammenbau zu einem guten Ergebnis führt und dabei unkompliziert bleibt, wurde die Bauanleitung in viele kleine Schritte unterteilt. Bitte lesen Sie jeden Schritt vor Beginn seiner Ausführung ganz durch und lassen Sie sich ausreichend Zeit. Im Internet finden Sie unter www.michelswunderland.de/solderiron/solar.html einen ausführlichen und reich bebilderten Baubericht.
2. Schneiden Sie vor dem Herauslösen der Teile erst die kleinen Haltestege durch. Lösen Sie immer nur die Teile heraus, die Sie gerade benötigen. Jedes Teil ist mit einem Namen und einer Nummer gekennzeichnet. Innerhalb einer Baugruppe sind die Buchstaben in den Nummern der Teile gleich.
3. Wo der Karton gefalzt werden muss, ist er in den meisten Fällen genietet, in einigen Fällen auch durch kleine Einschnitte markiert. Die Nutlinien werden nach hinten oder nach vorne gefalzt. "Nach hinten falzen" bedeutet: Ich falze weg von mir, wenn ich auf die eingeprägte Nut blicke. "Nach vorne falzen" bedeutet: Ich falze zu mir hin. Damit ein Falz auch ganz glatt wird, können Sie ihn nach dem Knicken mit der Rückseite des Daumennagels noch einmal nachziehen.
4. Auf den Vorderseiten und den bedruckten Rückseiten der Kartonplatten sind die Stellen, auf die etwas geklebt wird, durch graue Flächen und Hinweissymbole gekennzeichnet. Z.B. bedeutet das Symbol B5 , dass hier das Teil B5 hin kommt, und das Symbol , dass hier das Teil mit sich selbst verklebt wird. Benutzen Sie einen guten Klebstoff. Lösungsmittelhaltiger Alleskleber hat den Vorteil gegenüber sogenanntem lösungsmittelfreiem Kleber auf Wasserbasis, dass er den Karton nicht wellt und wesentlich schneller trocknet. Für die Rückseite des Planspiegels (s. Schritt 18) darf nur ein lösungsmittelfreier Klebstoff oder Klebestift verwendet werden.
5. Wenn kleine Klebestellen schneller trocknen sollen: Bestreichen Sie eine Seite nicht zu dünn mit Klebstoff, drücken Sie die Teile zusammen, so dass sich der Kleber auf beiden Seiten flächig verteilt, und ziehen Sie sie wieder auseinander. Blasen Sie 2 bis 3 mal darüber und drücken Sie die Teile passgenau und kräftig zusammen - die Klebung hält sofort. Aber Vorsicht bei den Spiegeln und der Linse: Hier lieber normal trocknen lassen, um Klebstofffäden zu vermeiden.
6. Für den Einbau der Glaslinse benötigen Sie noch einen Gummiring und für die Quadranten zur Höhenbestimmung der Sonne einen dünnen Faden und zwei kleine Gewichte, z. B. Glas oder Metallperlen. Perfektionisten werden sich über einen schwarzen Filzstift freuen, mit dem sie störende weiße Schnittkanten von Innenblenden, Linsenhalterungen usw. vor dem Einbau schwärzen können. Außerdem wird etwas Klebefilm benötigt.
7. Überstehende Kanten können Sie nach dem Trocknen mit Schleifpapier oder mit einer feinen Feile versäubern, z. B. der AstroMedia* Sandblatt-Bastelfeile (Nr. 400.SBF).
8. Hinweis zu den Spiegeln: Die Oberflächen der beiden kleinen Konvexspiegel aus Acrylglas sind mit Aluminium und einer Schutzschicht aus Quarz bedampft, trotzdem sind sie empfindlich. Berühren Sie sie deshalb nach Möglichkeit nicht mit den Fingern und reinigen Sie sie bei Bedarf nur mit einem Wattebausch und etwas destilliertem Wasser mit einem Spritzer Spiritus. Die Oberfläche des rechteckigen Acrylglas-Planspiegels liegt unter einer Schutzfolie. Sie wird erst nach der Montage entfernt.

Bauanleitung

Inhalt dieses Bausatzes:

- 8 gestanzte Kartonbögen Format A4
- 1 achromatische Glaslinse OPTI*Media OA69 Ø 30 mm / $f = +250$ mm
- 1 Konvexspiegel Ø 16,5 mm / $f = -10,2$ mm
- 1 Konvexspiegel Ø 16,5 mm / $f = -14,0$ mm
- 1 Acrylglas-Planspiegel 54 x 90 mm

Das Gehäuse



Teile auf Blatt 1, 2, 3, 4 und 5. Das Projektor-Gehäuse ist ein oben offener Kasten, der vorne das Objektiv trägt. Seine Rückwand und sein Boden bilden gemeinsam eine in Stufen gerundete Fläche. Diese Rundung ermöglicht es, den Sonnen-Projektor in seinem Dobson-Sockel auf jede beliebige Sonnenhöhe einzustellen.

Schritt 1 Lösen Sie die rechte Seitenwand [A1] aus dem Karton und falzen Sie die Lasche an ihrer Oberseite nach hinten. Verfahren Sie mit der linken Seitenwand [A2] ebenso.

Schritt 2 Entfernen Sie das Kartonsechseck aus der Vorderwand [A3]. Die Vorderwand wird von mehreren langen Quernuten in unterschiedlich hohe Abschnitte unterteilt. Falzen Sie den obersten Abschnitt, der auf der Rückseite ein weißes Feld für den Planspiegel zeigt, nach vorne und alle anderen Nuten, auch die der seitlichen Klebelaschen, nach hinten.

Schritt 3 Falzen Sie die beiden trapezförmigen Laschen der Planspiegel-Halterung [A4] nach hinten und kleben Sie das Teil so auf die grau markierte Fläche des obersten Segments der Vorderwand [A3], dass die beiden trapezförmigen Laschen über die Vorderwand hinausragen. Am besten pressen Sie die Teile beim Trocknen mit einem Buch o.ä. auf einer ebenen Fläche, damit sie ganz plan liegen.

Schritt 4 Entfernen Sie das kleine Kartenteil oben in der Rückwand [A5]. Falzen Sie alle Nute, auch die der seitlichen Klebelaschen, nach hinten. Es entstehen die Abschnitte, die den gerundeten Rücken bzw. Boden bilden werden. Kleben Sie die lange Klebelasche der Unterseite hinter den unteren Abschnitt der Vorderwand [A3], der schon zum gerundeten Boden gehört und wo das aufgedruckte Dekor nahtlos von einem Teil ins andere übergeht.

Schritt 5 Kleben Sie die lange Kante der linken Seitenwand [A2] auf die gleich lange Klebelasche, die sich (von vorne gesehen) rechts an der Vorderwand [A3] befindet. Es wird dabei sofort deutlich, wie die Abschnitte der gerundeten Rückwand zu der eckigen Rundung des Seitenteils passen.

Schritt 6 Bestreichen Sie die 7 Klebelaschen an den Abschnitten der Rückwand mit Klebstoff, legen Sie das halbfertige Gehäuse auf die Seitenwand und drücken Sie die Klebelaschen an ihrer Position fest. Greifen Sie dazu in das Gehäuse und vergewissern Sie sich gleichzeitig von außen, dass die Kanten der Rückwand-Abschnitte immer genau auf einer der eckig abgesetzten Kanten der Seitenwand sitzen.

Schritt 7 Kleben Sie wie in Schritt 5 die rechte Seitenwand [A1] auf die lange seitliche Klebelasche der Vorderwand und anschließend auch wie in Schritt 6 die Laschen der Rückwand-Abschnitte an die gerundete Kante der Seitenwand.

i Damit ist die Grundkonstruktion des Gehäuses fertig.

Das Optische System

Das optische System besteht aus der Objektivlinse, einem Konvexspiegel und einem Planspiegel. Die Objektivlinse bündelt das einfallende Licht der Sonne. Der Konvexspiegel sitzt kurz vor dem Brennpunkt und wirft das Strahlenbündel zurück, wobei er es auffächert und damit vergrößert. Zuletzt trifft es auf den schräg stehenden Planspiegel, der es auf den Boden im Inneren des Gehäuses umlenkt.

Das Objektiv

Teile auf Blatt 1, 2 und 5. Die Objektivlinse des Sonnen-Projektors OptiMedia OA69 ist ein Achromat, d.h. eine farbkorrigierte Linse. Sie besteht aus zwei zusammenge kitteten Linsen aus unterschiedlich stark brechenden Glassorten. Eine einfache Sammellinse würde zum Rand hin störende Farbsäume erzeugen. Der Achromat OA.69 hat eine Brennweite f (von lateinisch „focus“) von +250 mm, d.h. wenn man ihn als Brennglas verwendet, ist der Brennpunkt 250 mm von der Linsenmitte entfernt.

Schritt 8 Falzen Sie die 6 langen Nuten der Objektivführung [B1] nach hinten, so dass eine sechskantige Röhre entsteht, und kleben Sie die schmale Lasche an der einen Seite der Röhre hinter die gegenüberliegende Seite. Falzen Sie anschließend die 5 kurzen Laschen am einen Röhrenende nach vorne. Die lange Lasche wird nicht gefalzt.

Schritt 9 Stecken Sie die Objektivführung zunächst probeweise ohne Klebstoff von innen durch das sechseckige Loch in der Vorderwand des Gehäuses, und zwar so, dass die lange Lasche oben liegt. Wenn man den Kartonabschnitt zwischen der Gehäuse-Vorderwand und der Planspiegel-Halterung herunterdrückt, berührt er die lange, nicht gefalzte Lasche der Objektivführung. Kleben Sie zunächst nur die kurzen Laschen der Objektivführung innen an der Vorderwand des Gehäuses fest und achten Sie dabei darauf, dass sie rechtwinklig aus dem Gehäuse herausragt.

Schritt 10 Bestreichen Sie die beiden seitlichen Laschen des in Schritt 9 erwähnten Kartonabschnitts sowie die lange, nicht gefalzte Lasche der Objektivführung mit Klebstoff. Kleben Sie den Kartonabschnitt an den Seitenteilen des Gehäuses und auf der Lasche der Objektivführung fest. Achten Sie dabei darauf, dass seine Kanten genau bündig mit den Kanten der Seitenteile des Gehäuses sind. Der letzte Abschnitt der Vorderwand, die Planspiegel-Halterung, wird zunächst noch nicht festgeklebt.

Schritt 11 Falzen und kleben Sie den Objektivtubus [B2] ebenfalls zu einer sechseckigen Röhre.

Schritt 12 Lösen Sie die Scheibe aus der Mitte der Objektivlinsen-Halterung [B3], falzen Sie die 16 kleinen Zahnlaschen vorsichtig nach vorne, ohne sie dabei abzureißen, und legen Sie das Teil so auf Ihre Arbeitsfläche, dass die kleinen Laschen eine Art runden Zaun bilden. Die Objektivlinse wird mit ihrer flacheren Seite nach unten in diesen Kranz von kleinen Laschen geklebt. Verfahren Sie am Besten so: Reinigen Sie zunächst die Objektivlinse von Staub und Fingerabdrücken und bestreichen Sie dann die Zahnlaschen innen mit Klebstoff, wobei Perfektionisten vorher die obere Schnittkante der kleinen Laschen schwarz färben können. Legen Sie dann die Linse wieder hinein und legen Sie während des Trocknens einen Gummiring um die Zahnlaschen. Prüfen Sie, ob sowohl die Objektivlinsen-Halterung als auch die Linse fest auf der Arbeitsfläche aufliegen. Dadurch stellen Sie sicher, dass die Linse nicht verschoben zwischen den Zahnlaschen sitzt. Wenn etwas Klebstoff auf den Rand der Linse austritt, ist das nicht weiter schlimm, weil ein 3,5 mm breiter Rand der Linse ohnehin von der Blende verdeckt wird. Klebstoff, der auf des Sichtfeld der Linse gelangt ist, muss mit einem Lösungsmittel entfernt werden.

Schritt 13



Falzen Sie die 6 rechteckigen Laschen der Objektivlinsen-Halterung nach vorne und schieben Sie das Teil mit der Linse voran in diejenige Öffnung des Objektivtubus [B2], bei der sich innen die graue Markierungen für Klebestellen befinden. Die Laschen müssen dabei genau bündig mit dem Rand des Objektivtubus sein. Sie bilden jetzt eine 24 mm tiefe schwarze Kammer, an deren Boden die Linse sitzt. Kleben Sie die Laschen in dieser Position fest.

Schritt 14 Falzen Sie die Glieder der Objektivführungs-Manschette [B4] und der Objektivtubus-Manschette [B5] nach hinten und kleben Sie sie an den markierten Stellen um die Öffnung der Objektivführung und des Objektivtubus.

Schritt 15 Falzen Sie die kurze und die lange Nut der beiden Stützen für die Objektivführung [B6] und [B7] nach vorne. Die Falze gliedern die beiden Teile in eine kleine und eine große Klebelasche und ein noch größeres Hauptteil. Kleben Sie die Hauptteile der beiden Stützen gegeneinander. Kleben Sie dann anschließend die auseinander gespreizten größeren Klebelaschen auf die markierte Stelle auf der Vorderseite des Gehäuses und die beiden kleineren Klebelaschen direkt unter die Objektivführung. Dadurch wird sichergestellt, dass das Objektiv immer rechtwinklig zur Vorderwand steht und diese sich nicht einbiegen kann.

Schritt 16 Entfernen Sie die Kartonscheibe aus der sechseckigen Objektivblende 23 mm [B8] und überkleben Sie die durch Einschnitte markierten Falzlinien auf der Rückseite mit etwas Klebefilm. Dadurch können die Laschen nicht abreißen, wenn die



Objektivblende immer wieder einmal herausgenommen und mit einer anderen Blende hinterlegt wird. Falzen Sie dann alle Laschen nach vorne und schieben Sie die Blende von der Innenseite her in den Objektivtubus, mit dem Sechseck voran. Sie wird nicht festgeklebt und kann jederzeit mit einer Pinzette o.ä. wieder herausgezogen werden. Entfernen Sie die Kartonscheiben aus den sechseckigen Blenden [B9], [B10], [B11] oder [B12] und legen Sie sie beiseite.

Schritt 17 Schieben Sie das Objektiv zur Probe in die Objektivführung. Es muss sich noch leicht verschieben lassen, darf aber nicht selbständig verrutschen können. Um die nötige Reibung zu erzielen, können Sie eine oder mehrere Lagen von 23 x 36 mm großen Papierstücken auf die Innenflächen der Objektivführung kleben, wobei Perfektionisten geschwärztes Papier vorziehen werden.

Der Planspiegel

Damit das Bild auf dem Boden des Sonnen-Projektors erscheint, muss es durch den schrägstehenden Planspiegel nach unten umgelenkt werden. Das führt dazu, dass das projizierte Bild auf dem Boden des Sonnen-Projektors zwar seitenverkehrt, dafür aber aufrecht steht, wovon Sie sich nach Fertigstellung bei der Beobachtung eines Sonnenuntergangs sehr einfach überzeugen können. Verwenden Sie für den Planspiegel einen Klebstoff, der die Lackierung und damit auch die Verspiegelung der Rückseite nicht angreift, z.B. einen Klebestift oder einen lösungsmittelfreien Kleber. Wenn Sie unsicher sind, machen Sie an einer Ecke des Spiegels einen Versuch, bevor Sie ihn einkleben.

Schritt 18 Kleben Sie den Planspiegel mit seiner grauen Seite auf die Innenseite der Planspiegelhalterung. Kleben Sie ihn so, dass er mittig unter dem Spiegelhalter liegt und bündig mit dessen Oberkante abschließt. Da er etwas breiter ist als der Spiegelhalter, ragt er dann etwa mit einem Drittel frei ins Innere des Projektors. Gut trocknen lassen.

Schritt 19 Kleben Sie die beiden seitlichen Laschen der Planspiegel-Halterung im Gehäuse fest und achten Sie dabei darauf, dass die Kanten der Planspiegel-Halterung genau gleich laufen mit der Gehäusekante. Das ist sehr wichtig, weil nur dann der Planspiegel auch genau den richtigen Winkel bekommt, um das Bild nach unten lenken zu können. Die beiden trapezförmigen Laschen links und rechts werden erst später festgeklebt. Schutzfolie noch nicht abziehen.

Die Konvexspiegel

Teile auf Blatt 5 und 8. Die beiden Konvexspiegel (nach außen gewölbte Spiegel) haben eine negative Brennweite von -10,2 bzw. -14 mm, d.h. sie sammeln das Licht nicht wie ein Hohlspiegel mit positiver Brennweite, sondern sie zerstreuen es. Je kürzer die negative Brennweite, umso größer wird das Bild der Sonne. Die Spiegel sitzen auf den beiden Seiten einer Wendekassette und können wahlweise eingesetzt werden.

Schritt 20 Lösen Sie die Scheiben aus der Vorder- und der Rückseite der Wendekassette [C1] und [C2] und falzen Sie die 3 umlaufenden schmalen Laschen nach vorne. Kleben Sie dann die Teile so auf die Vorder- und die Rückseite des Mittelteils der Wendekassette [C3], dass alle drei an der gerundeten Seite bündig sind.

Schritt 21 Falzen Sie den Randstreifen der Wendekassette [C4] und kleben Sie ihn umlaufend außen auf die hochgefalteten Laschen von Vorder- und Rückseite der Wendekassette. Der so entstandene steife Rand sollte nicht breiter sein als der Randstreifen. Falls nötig können Sie überstehenden Karton vorsichtig mit Messer oder Feile entfernen. Die beiden Konvexspiegel werden noch nicht aufgeklebt.

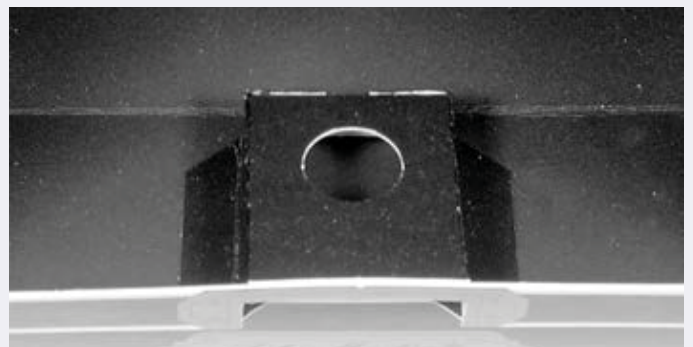
Schritt 22 Entfernen Sie die runde Kartonscheibe aus dem Schubert für die Wendekassette [C5] und legen Sie ihn mit der weißen Rückseite unten so auf Ihre Arbeitsfläche, dass die beiden kleinen, hervorspringenden, eckig abgeschrägten Teile von Ihnen wegzeigen und die 4 mm schmale Lasche zu Ihnen hin. Falzen Sie die 4 mm schmale Lasche nach vorne und die anderen 3 Falze, die das große Rechteck in der Mitte umgeben, nach hinten. Falzen Sie dann auch die beiden kleinen hervorspringenden Laschen nach hinten, so dass sie sich auf die Klebemarkierungen der oberen, quer laufenden Lasche legen können. Zuletzt falzen Sie die beiden stark angeschrägten Laschen rechts und links wieder nach vorne. Jetzt sieht der Schubert so aus wie im Bild (s.u.).

Schritt 23 Kleben Sie die beiden kleinen, eckig abgeschrägten Laschen so auf die obere Lasche, dass ein flacher Kasten entsteht. Setzen Sie den Kasten nach dem Trocknen zunächst ohne Kleber auf



die Klebemarkierungen innen unter die Oberkante der Rückwand, hinter den gerundeten Ausschnitt, so dass er an den umgefalteten Rand der Rückwand anstößt. Die beiden stark angeschrägten Laschen liegen dabei auf den Klebemarkierungen. Prüfen Sie, ob

sich die Wendekassette von außen durch den gerundeten Ausschnitt hineinschieben lässt. Kleben Sie die beiden stark angeschrägten Laschen



des Schubers in dieser Position auf die Innenseite der Rückwand und kleben Sie nach dem Trocknen auch den umgefalteten Rand der Rückwand auf der schmalen, hoch gefalteten Lasche des Schubers fest.

Schritt 24 Blicken Sie auf die gewölbte Seite der beiden Konvexspiegel. Sie sehen darin Ihren Kopf gespiegelt, in dem einen etwas größer, in dem anderen etwas kleiner. Der Spiegel mit dem kleineren Bild ist der mit der Brennweite -10,2 mm. Kleben Sie ihn dort auf die Wendekassette, wo „f = -10,2 mm“ auf dem Griff steht, den anderen auf die andere Seite.

i Jetzt sind alle optischen Elemente montiert.

Endmontage des Gehäuses

Teile auf Blatt 5 und 6

Schritt 25 Auf den beiden Seiten des Gehäuses befindet sich je ein Quadrant, d.h. ein Viertelkreis mit einer Gradskala. Um damit die Höhe der Sonne zu bestimmen, benötigen Sie 2 dünne Zwirnsfäden, an deren Ende Sie ein kleines Gewicht festkleben oder –knoten, z. B. eine Perle aus Metall, Glas oder Stein. Stechen Sie ein Loch in den Mittelpunkt der kleinen Kreise, die sich im Angelpunkt der Quadranten befinden, führen Sie das Ende des Fadens mit Hilfe einer Nadel hinein und kleben Sie ihn im Inneren fest. Das Gewicht sollte so tief hängen, dass der Faden noch gut ablesbar über die Skala läuft.

Schritt 26 Kleben Sie die Randverstärkung des Gehäuses [A6] auf den umgefalteten Rand der Rückwand. Der rechteckige Ausschnitt passt genau auf den Ausschnitt für die Wechselkassette. Kleben Sie dann die beiden vorstehenden Enden dieser Randverstärkung und auch die beiden trapezförmigen Laschen der Planspiegel-Halterung auf den umgefalteten Rändern der Seitenwände fest. Dadurch erlangt der Sonnen-Projektor eine ganz erstaunliche Stabilität, obwohl seine Oberseite fast ganz offen ist.

Schritt 27 Falzen Sie die beiden seitlichen Laschen der Projektionsfläche [A7] rechtwinklig nach hinten und setzen Sie sie probeweise ins Gehäuse ein, mit den abgewinkelten Laschen nach unten. Damit sie auch in der Mitte plan am Boden anliegt, kann man sie vorher leicht entgegengesetzt wölben. Es empfiehlt sich, sie festzukleben, damit sie bei hochstehender Sonne nicht herabfällt. Bei Bedarf kann sie dann noch mit hochreflektierend weißem oder farbigem Papier oder einer Gitternetz-Schablone versehen kann (s. Hinweise weiter unten).

Schritt 28 Entfernen Sie jetzt die Schutzfolie vom Planspiegel. Evtl. müssen Sie sie zunächst an einer Kante mit einem Messer etwas anheben.

i Jetzt ist der eigentliche Sonnen-Projektor fertig montiert.

Der Sockel

Teile auf Blatt 6, 7 und 8. Um den Sonnen-Projektor stufenlos auf jede Höhe zwischen Horizont und Zenit einstellen zu können, wird er in einen Sockel mit einer gewölbten Fläche gesetzt, in die der gerundete Rücken des Gehäuses genau hineinpasst. Dieses einfache und doch sehr effektive Prinzip entspricht der nach ihrem Erfinder benannten „Dobson-Montierung“, die bei astronomischen Teleskopen häufig anzutreffen ist.

Schritt 29 Falzen Sie die Laschen der trapezförmigen linken Außenseite [D1] nach hinten und die vielen kleinen Laschen der linken Innenseite [D2] nach vorne. Die obere Kante der Außenseite ist genau so lang wie die gerade Kante der Innenseite. Kleben Sie die Innenseite und die Außenseite so gegeneinander, dass die beiden gleich langen Kanten bündig sind.

Schritt 30 Verfahren Sie mit der rechten Außenseite [D3] und Innenseite [D4] genau so.

Schritt 31 Falzen Sie die beiden Klebelaschen der gewölbten Fläche [D5] nach hinten und ziehen Sie das Teil mit der bedruckten Seite über eine Tischkante o.ä., so dass es sich leicht wölbt. Die bedruckte Seite liegt dabei auf der Innenfläche der Wölbung, die in ihrer Rundung etwa derjenigen der Klebelaschen an den Innenseiten [D2] und [D4] entsprechen soll. Ziehen Sie einen Faden so um das Teil, dass die Wölbung gehalten wird, und verknoten Sie ihn.

Schritt 32 Nehmen Sie die eine der beiden Außenseiten, auf deren Rückseite die Innenseite mit den vielen kleinen Laschen klebt, und bestreichen Sie diese Klebelaschen auf ihrer bedruckten Seite mit Klebstoff. Legen Sie das Teil auf Ihre Arbeitsfläche, stellen Sie die gewölbte Fläche [D5] davor und kleben Sie die Laschen hinter die Kante der gewölbten Fläche. Achten Sie dabei darauf, dass das Ende der gewölbten Fläche nicht über das Ende der Innenseite herausragt. Kleben Sie dann die andere Innenseite an der anderen Kante der gewölbten Fläche in gleicher Weise fest. Entfernen Sie den Wollfaden nach dem Trocknen.

Schritt 33 Falzen Sie alle Laschen der Bodenplatte [D6] nach hinten und legen Sie das Teil mit der bedruckten Seite nach unten auf Ihre Arbeitsfläche. Kleben Sie nun zunächst die eine, dann die andere der beiden längeren Klebelaschen hinter die beiden Seitenteile, die durch die gewölbte Fläche verbunden sind. Verfahren Sie dazu am besten so: Bestreichen Sie eine der beiden Laschen mit Klebstoff und setzen Sie die gewölbte Fläche mit den Seitenteilen so auf die Bodenplatte, dass die Seitenteile die beiden Klebelaschen umschließen. Sie können dabei die Klebung von außen mit der Hand und von Innen mit einem Bleistift o.ä. zusammendrücken. Kleben Sie dann die zweite Lasche in gleicher Weise fest.

Schritt 34 Als letztes müssen noch die Vorderseite [D7] und die Rückseite [D8] des Sockels auf die Klebelaschen der beiden verbliebenen Öffnungen geklebt werden. Um den Sonnen-Projektor windfester zu machen, können Sie zur Erhöhung des Gewichts vorher noch Gegenstände aus Metall (größere Muttern, Eisenplatten etc.) innen auf dem Boden festkleben. Legen Sie dazu den Sockel auf eine ebene Fläche und achten Sie beim Aufkleben der beiden Teile darauf, dass die Bodenplatte allseitig aufliegt und sich nicht verwindet. Sollte der Sockel noch wackeln, kleben Sie einfach kleine schwarze Kartonstückchen unter die zu hoch liegenden Ecken.

Herzlichen Glückwunsch - jetzt sind alle Teile zusammengebaut und Sie sind bereit für Ihr „First Light“, wie die Astronomen den Zeitpunkt der ersten Beobachtung mit einem neuen Gerät nennen. Wir wünschen Ihnen viele spannende Stunden mit Ihrem selbst gebauten Sonnen-Projektor! Wenn Sie uns interessante Erfahrungen beim Zusammenbau oder bei der Benutzung mitteilen möchten, die wir ggf. in künftige Auflagen mit einarbeiten können, freuen wir uns über Ihre Zuschrift an service@astromedia-verlag.de.

Und so bedienen Sie den Sonnen-Projektor:

1. Setzen Sie das Objektiv in die Objektivführung ein und schieben Sie die Wechselkassette in ihren Schubler.
2. Setzen Sie den Sonnen-Projektor in den Dobson-Sockel und richten Sie ihn so auf die Sonne aus, dass der kleine helle Punkt, den das Objektiv erzeugt, auf den Konvexspiegel trifft, und zwar etwas oberhalb seiner Mitte.
3. Stellen Sie nun das Objektiv scharf, indem Sie es vor- und zurück schieben, bis auf der Projektionsfläche eine klare Abbildung der Sonne erscheint.
4. Wenn die Sonne weiter wandert oder steigt oder sinkt, wandert auch das Bild der Sonne. Drehen und neigen Sie dann den Projektor, bis das Bild wieder gut zu sehen ist. Die Scharfstellung des Objektivs muss nur geändert werden, wenn Sie den Konvexspiegel wechseln.
5. **Wichtige Sicherheitshinweise:** Lassen Sie den Sonnen-Projektor nicht unbeaufsichtigt mit dem Objektiv in Richtung Sonne stehen. Das gebündelte Sonnenlicht könnte sonst aus dem Konkavspiegel herauswandern und ein Loch in den Karton brennen, oder es könnte ein Unwissender in Versuchung kommen, über den Rand des Gehäuses hinweg direkt durch die Objektivlinse in die Sonne zu schauen - und das wäre fatal für das Auge (s. Vorbemerkung).

Einige Fragen und Antworten:

1. Warum benötigt der Sonnen-Projektor keinen Sonnenfilter?
Der direkte Blick auf die Sonne, ob mit oder Teleskop, erfordert immer einen Sonnenfilter. Beim Sonnen-Projektor fällt der Blick aber nicht direkt auf die Sonne, sondern nur auf ihr Abbild. Das projizierte Sonnenbild ist nicht gefährlicher als ein Stück sonnenbeschienenes Papier.

2. Was kann ich alles mit dem Sonnen-Projektor beobachten?
Vor allem Sonnenflecken, aber auch Sonnenfinsternisse und Planetentransits. Sogar Landschaftsbeobachtungen sind unter günstigen Umständen möglich.

3. Sind auf der Sonne immer Sonnenflecken zu sehen?
Die Zahl der Sonnenflecken schwankt in einem Rhythmus von etwa 11 Jahren. Das letzte Maximum war 2014, das nächste wird 2025 erwartet, und dazwischen lag in 2019 ein Minimum. In der Nähe eines Minimums kann es vorkommen, dass Sonnenflecken, wenn überhaupt, nur mit einem sehr starken Teleskop (mit Sonnenfilter) erkennbar sind. Weitere Informationen über Sonnenflecken finden Sie im Internet unter www.astronomie.de.

4. Können Sonnenflecken ihre Größe und ihre Position verändern? Ja, Sonnenflecken (die oft wiederum aus Gruppen kleinerer Flecken bestehen) erscheinen, wachsen und nehmen wieder ab und wandern dabei im Laufe von Tagen von links nach rechts über die Sonnenscheibe. Der Grund dafür liegt in der Drehung der Sonnenkugel um die eigene Achse (Rotationsdauer 25 Tage am Sonnenäquator, 35-40 Tage an den Polen). Verfolgt man die Lage eines regelmässigen runden Flecks nahe dem Zentrum der Sonnenscheibe über einige Tage, wird er durch die perspektivische Verzerrung zum Sonnenrand hin immer schmaler.

5. Wie oft sind Sonnenfinsternisse zu sehen? Auf der ganzen Erde etwa 2 mal jährlich, aber immer nur in begrenzten und oft sehr unzugänglichen Gebieten. Die nächsten von Deutschland aus beobachtbaren Sonnenfinsternisse sind alle partiell (10.06.2021, 25.10.2022, 29.03.2025, 12.08.2026, 02.08.2027, 26.01.2028, 12.06.2029, 01.06.2030). Eine totale Sonnenfinsternis wird erst wieder 2081 in Deutschland zu sehen sein.

6. Was ist ein Planetentransit? Die Bahnen von Merkur und Venus um die Sonne liegen innerhalb der Bahn der Erde. Es kann deshalb vorkommen, dass von der Erde aus gesehen Merkur oder Venus so exakt vor der Sonne stehen, dass sie für eine kurze Zeit vor der Sonnenscheibe vorbeiziehen. Ein solcher Planetentransit (oder Planetendurchgang) ist aber ein sehr seltenes Ereignis, weil die Bahnen dieser Planeten nicht in der selben Ebene liegen wie die Erdbahn. Am 6. Juni 2012 war in Deutschland ein Venustransit zu bestaunen, zum ersten Mal seit 1882. Der nächste wird in Deutschland erst am 8. Dezember 2125 zu sehen sein.

7. Wie kann ich unterscheiden, ob das, was ich sehe, ein Sonnenfleck oder nur ein Staubkorn im optischen System ist?
Bewegen Sie den Sonnen-Projektor leicht hin und her, so dass das Sonnenbild auf der Projektionsfläche wandert. Wandert der Fleck mit, dann gehört er zur Sonne. Wandert er nicht mit, sitzt er sehr wahrscheinlich auf dem Planspiegel. Verunreinigungen auf der Objektivlinse oder dem Konvexspiegel bilden sich nicht als Fleck ab, sie vermindern nur die Bildqualität.

8. Wozu dient das unten abgedruckte Gitternetz? Die Gitternetze entsprechen der Größe der von den Konvexspiegeln erzeugten Sonnenbilder. Man kann mit ihnen die Positionen von Flecken genauer bestimmen und so bei Vergleichsbeobachtungen über einen Zeitraum feststellen, wie sie sich verändert haben.

9. Wie kann ich die Höhe der Sonne bestimmen? Die Höhe der Sonne ist der Winkel zwischen den Blickstrahlen zu ihr und dem Horizont. Er lässt sich direkt an den beiden Quadranten ablesen. Der Sonnen-Projektor muss dazu natürlich auf einer horizontalen Fläche ohne jede Neigung stehen. Sie können das mit einer Wasserwaage überprüfen (z.B. der Mini-Wasserwaage von AstroMedia*, Best.Nr. 410.WAS) oder auch, indem Sie den Sonnen-Projektor einmal um 360° drehen. Wenn sich der Winkel, den die Quadranten anzeigen, dabei nicht verändert, ist die Fläche horizontal.

10. Was passiert, wenn ich einen Farbfilter vor das Objektiv halte? Probieren Sie es aus! Je nach gewähltem Filter verändert sich der Kontrast des Bildes. Ähnliche Experimente können Sie auch mit farbigem Papier auf der Projektionsfläche machen.

11. Wozu dienen die sechseckigen Blenden? Man kann sie hinter die große Blende im Objektiv setzen und damit die Blendenöffnung verringern. Kleinere Blenden machen das Bild schärfer, zugleich aber auch dunkler. Genau das kann aber auch gewollt sein, z. B. wenn das Sonnenbild als zu hell empfunden wird. In einem abgedunkelten Bild können Sonnenflecken manchmal besser erkannt werden.

© Klaus Hünig

