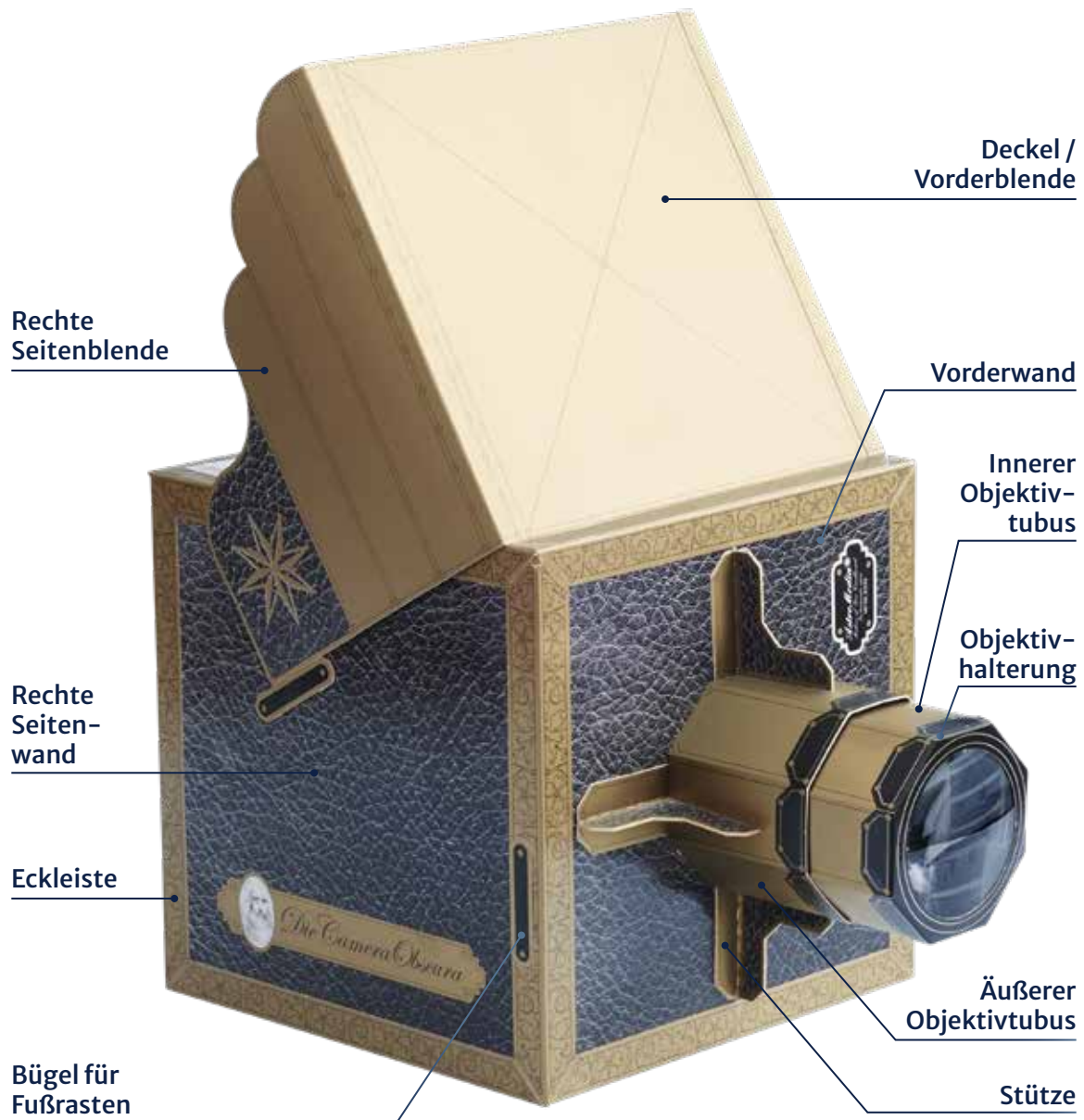
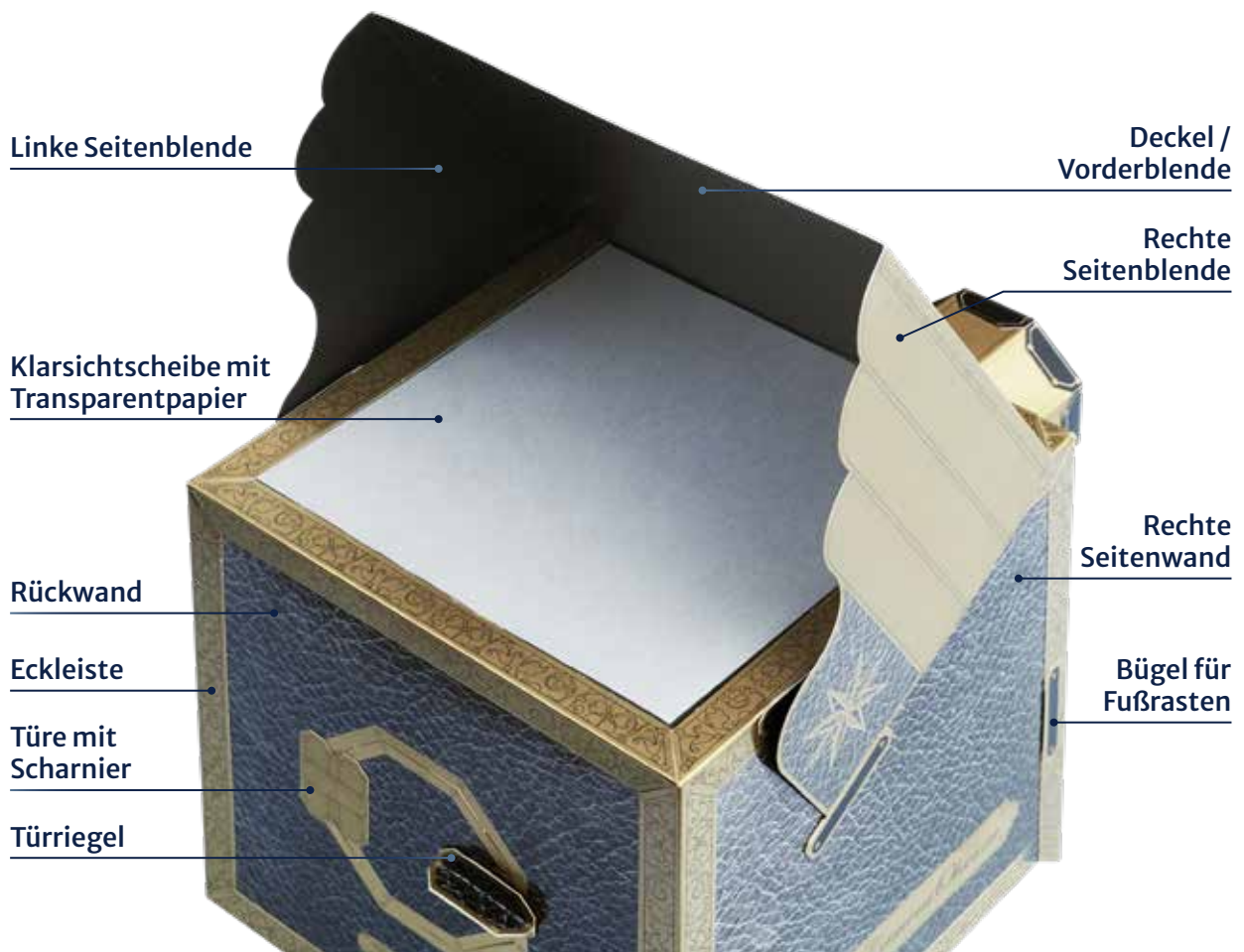


Die Camera Obscura



AstroMedia 

Bastelspaß der Wissen schafft



Inhalt des Bausatzes

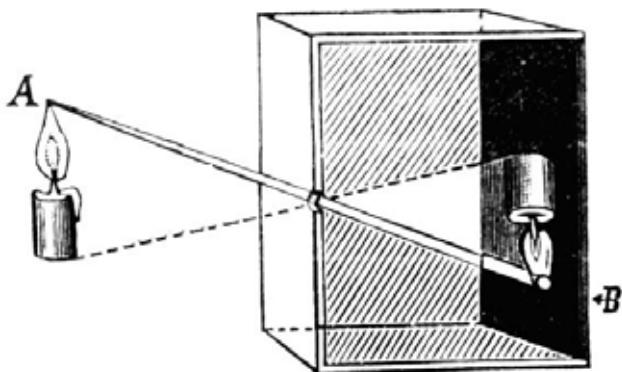
Die Camera Obscura

Die Mutter aller Kameras

Das Prinzip der Camera Obscura (Dunkle Kammer), dem Vorläufer all unserer Foto und Videoapparate, ist verblüffend einfach: In einem abgedunkelten Raum erzeugt ein kleines Loch in einer Wand ein auf dem Kopf stehendes Bild der Außenwelt auf der Wand gegenüber.

Das Bild ist zwar nicht sehr hell, weil ja die kleine Lichtmenge, die durch das Loch passt, auf der ganzen Wand ausgebreitet wird, aber wenn sich das Auge erst an die Dunkelheit gewöhnt hat, wird das Bild wie von Zauberhand sichtbar. Der Raum kann ein ganzes Zimmer sein oder auch nur eine Schachtel, bei der die Projektionswand durch eine Mattscheibe ersetzt ist, damit das Bild von außen betrachtet werden kann (s. Skizze).

Man muss annehmen, dass schon der Mensch der Vorgeschichte beobachtet hat, dass ein kleines Loch im Vorhang vor der Höhlenöffnung die Landschaft ins Innere projiziert. Die Camera Obscura wäre damit das älteste optische Gerät der Menschheit.



Aristoteles (384–332 v. Chr.) war der erste, der sich wissenschaftlich mit ihr auseinandersetzte, und Leonardo da Vinci entdeckte, dass sie sich als optisches Prinzip in unserem Auge (und dem der meisten Wirbeltiere) wiederfindet. In der Tat stehen die Bilder auf der Netzhaut des Auges auf dem Kopf! Dass wir sie richtig sehen, ist eine korrigierende Leistung unseres Gehirns.

Die Lochkamera, wie die Camera Obscura auch heißt, wenn sie keine Linse verwendet, unterliegt zwei Gesetzen:

1. Je weiter die Projektionswand von der Lichtöffnung entfernt ist, umso größer wird das Bild, aber auch umso lichtschwächer.
2. Je größer die Lichtöffnung ist, umso heller wird das Bild, aber auch umso unschärfer.

Das hat die Nutzungsmöglichkeiten stark eingeschränkt, z.B. auf die Beobachtung sehr heller Objekte wie der Sonne bei Sonnenfinsternissen. Das Problem wurde erst im 16. Jahrhundert gelöst, als erstmalig geschliffene Glaslinsen an die Stelle des Loches traten, die das Bild scharf stellen („fokussieren“) konnten.

Doch auch eine solche fokussierende Camera Obscura hat einen Nachteil: Die Linse kann nicht alle unterschiedlich weit entfernten Gegenstände gleichzeitig scharf abbilden, sie muss auf nahe Gegenstände durch Herausziehen und auf ferne durch Hereinschieben scharf gestellt werden. Eine Lochkamera dagegen bildet alle Punkte des Bildes gleichmäßig scharf ab.

1686 konstruierte Johann Zahn erstmals eine Camera Obscura, die mit Hilfe eines Spiegels das einfache Abzeichnen der Motive erlaubte. In der Folge wurde sie bei Malern beliebt, die damit auf einfache Weise die Perspektive für ihre Bilder ermitteln konnten.

Bekannt sind die fast schon fotorealistischen Dresden-Ansichten des Venezianers Canaletto um 1750, der dafür eine fokussierende Camera Obscura benutzte. Genau nach diesem Prinzip funktioniert auch dieser Astro-Media-Bausatz. Als der Franzose Nicéphore Niépce im Jahre 1826 diesen Weg abkürzte, indem er das Bild direkt auf eine lichtempfindliche Platte bannte, war die Fotografie geboren.

So lebt die Camera Obscura heute in den Abermillionen Foto- und Videokameras und nicht zuletzt auch den Miniaturkameras der Mobiltelefone weiter.

Doch an mancher touristischen Sehenswürdigkeit findet sich noch heute eine echte Camera Obscura: Ein großer abgedunkelter Raum, bei dem das Bild über einen Spiegel im Dach auf einen Projektionstisch geworfen wird und von ganzen Gruppen gleichzeitig betrachtet werden kann.

Dieser Bausatz enthält:

- Stanzbögen Karton 0,65 mm stark
- 4 Stanzbögen Karton 0,4 mm stark
- Linse aus Acrylglas Ø 62 mm, Brennweite +275 mm
- 1 Spiegel aus Acrylglas 188,5 x 188,5 x 2 mm
- 1 Klarsichtscheibe aus transparentem Hartkunststoff 190 x 190 mm
- 1 optionale Blende zum Ausschneiden
- 3 Zuschnitte Transparentpapier 160 x 160 mm
- 1 Titelblatt und diese Bauanleitung

Einen ausführlichen bebilderten
Baubericht von Michael Monscheuer
finden Sie unter:

[michelswunderland.de/
solderiron/camobs.html](http://michelswunderland.de/solderiron/camobs.html)



Was Sie für den Zusammenbau noch benötigen:

- Normaler Lösungsmittelhaltiger Alleskleber, z.B. Tesa oder Uhu Alleskleber. Benutzen Sie keinen sogenannten Lösungsmittelfreien Alleskleber auf Wasserbasis oder Weißleim, sie weichen den Karton auf, wellen ihn und haften schlecht an Kunststoffteilen und den mit Drucklack geschützten Kartonoberflächen. Alleskleber auf Lösungsmittelbasis bindet auch viel schneller ab.
- Ein kleines Stück Sandpapier (mittel bis fein) zum Aufrauen der Ränder der Klarsichtscheibe, damit der Klebstoff besser auf der Kunststoffoberfläche haftet. Sehr praktisch dafür sind auch die Bastelfeilen von AstroMedia (Best. Nr. 400.SBF)
- Ein scharfes Bastelmesser („Cutter-Messer“, z.B. das AstroMedia Bastelmesser) oder ein Skalpell mit schlanker Spitze, um die Haltestege der gestanzten Teile durchzuschneiden.
- Eine Schneideunterlage, z.B. aus festem Karton (aber keine Wellpappe) oder Kunststoff oder Holz. Sehr praktisch sind spezielle so genannte „selbstheilende“ Schneidematten, bei denen sich die Einschnitte wieder schließen.

Nicht unbedingt nötig, aber hilfreich:

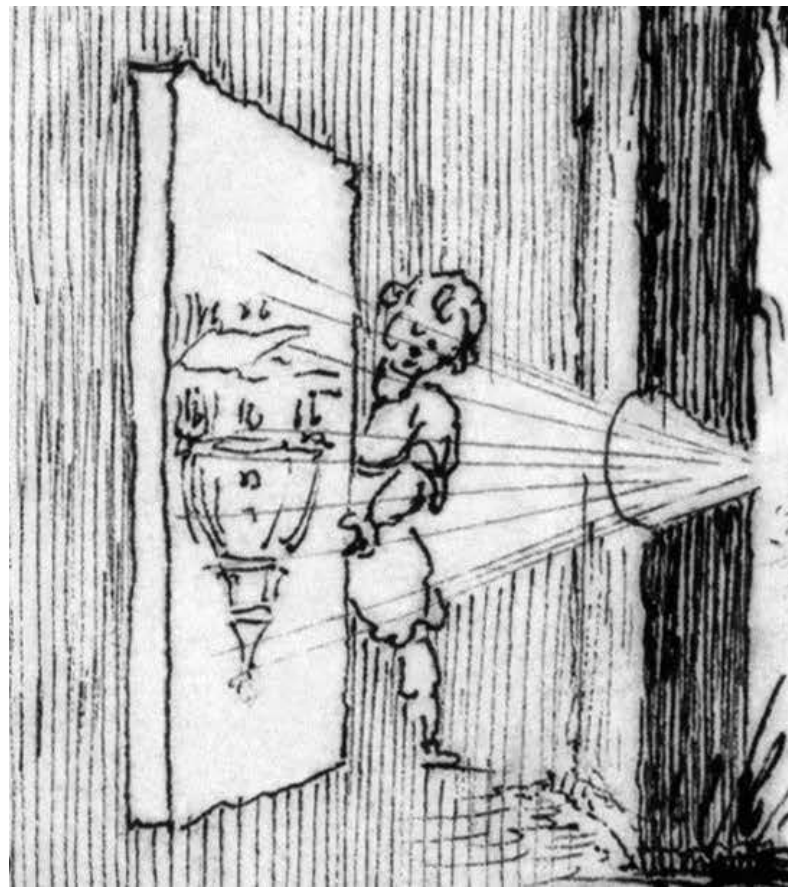
- Für Perfektionisten: Goldener und schwarzer Filzstift, um die Schnittkanten des Kartons wo nötig einzufärben.

Bitte vor Beginn durchlesen:

Tipps für einen erfolgreichen Zusammenbau

1 Die Bauanleitung wurde in 32 kleine Schritte mit ausführlicher Beschreibung gegliedert. Das sieht auf den ersten Blick nach viel Text und sehr vielen Schritten aus, erleichtert und beschleunigt aber sehr den erfolgreichen Zusammenbau, weil es ihn übersichtlich macht. Bitte lesen Sie jeden Schritt vorher ganz durch und gönnen Sie sich insgesamt etwa 3 Stunden Zeit. Je sorgfältiger Sie Ihre Camera Obscura zusammenbauen, umso besser wird sie funktionieren und umso prächtiger wird sie aussehen.

2 Jedes Teil trägt an einer geeigneten Stelle der Vorder- oder Rückseite seinen Namen und seine Teilenummer, die aus einem Buchstaben und einer Ziffer besteht. Die Buchstaben in den Teilenummern sind innerhalb einer Baugruppe gleich. Lösen Sie am besten immer nur die Teile heraus, die Sie gerade benötigen.



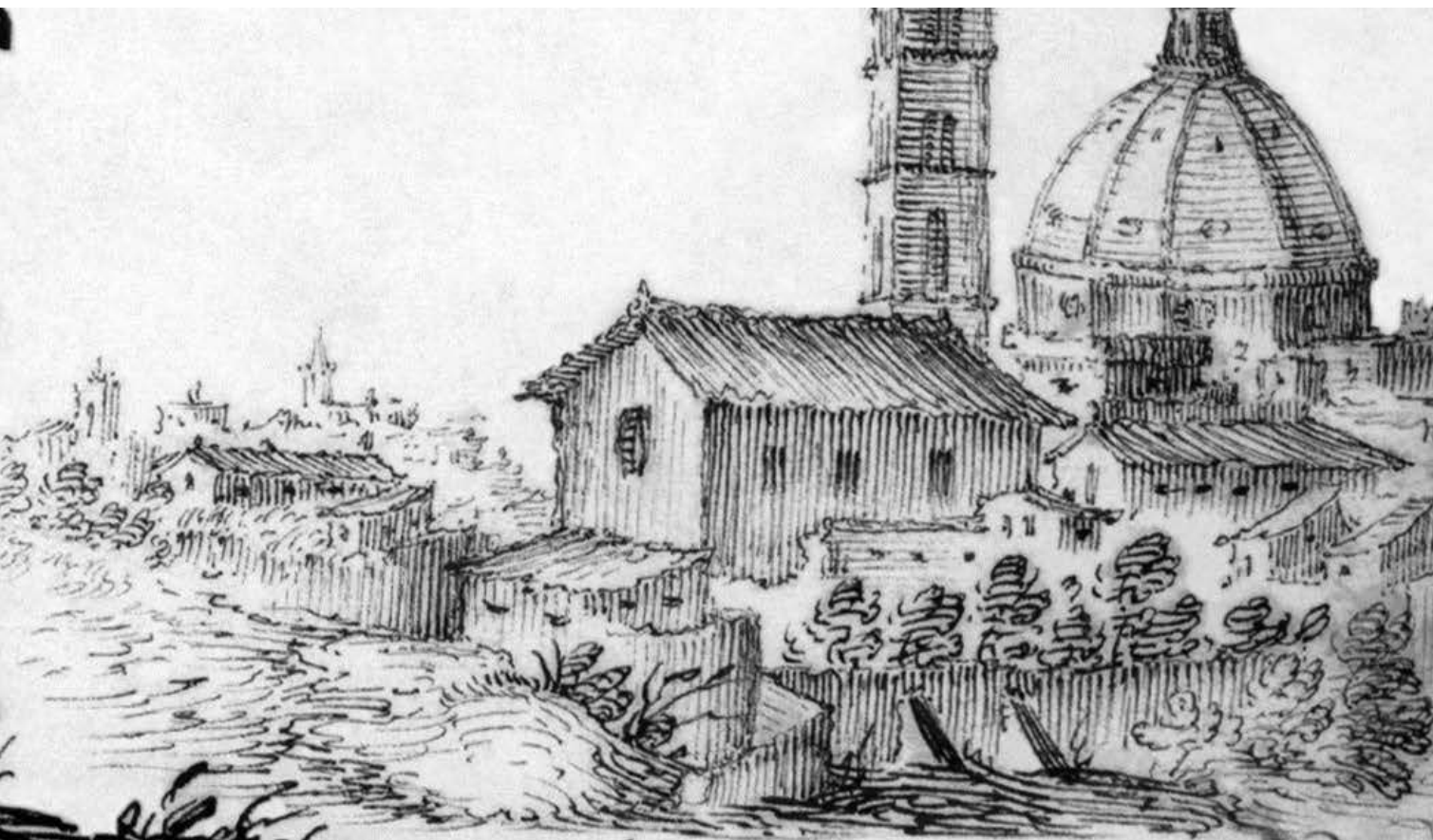
3 Die Stellen, auf die etwas geklebt wird, sind in der Regel durch graue Flächen gekennzeichnet. Bitte beachten Sie, dass diese Klebemarkierungen fast immer mehrere Millimeter schmäler und kürzer sind als das darauf zu klebende Teil. Damit ist sichergestellt, dass die Markierung in jedem Fall überdeckt wird. Auf jeder Klebefläche befindet sich ein Symbol, das anzeigt, welches Teil hier hin geklebt wird.

4 Es empfiehlt sich, die Teile nicht aus den Kartonsbögen zu reißen, sondern die kleinen Haltestege mit einem Messer sauber durchzuschneiden, damit die Kanten ganz glatt werden.

5 Die Falzlinien sind beim dünneren Karton durch eingeprägte Nutlinien, beim stärkeren durch kleine Perforationsschnitte vorbereitet. „Nach vorne falzen“ bedeutet immer zu mir hin, wenn ich auf die mit Gold und Schwarz bedruckte Vorderseite des Kartons blicke, „Nach hinten“ von mir weg.

A. Die Vorderwand und die Seitenteile

Wände, Boden und Klarsichtscheibe der Camera Obscura bilden ein exakt würfelförmiges Gehäuse mit den Maßen 190 x 190 x 190 mm. Wände und Boden sind aus kräftigem Karton, die anderen Teile mit sichtbaren Falzkanten aus flexiblerem Karton.



Wichtig: „Vorne“ ist dort, wo die Camera Obscura ihr Objektiv hat, „hinten“ dort, wo ihre Rückwand mit der kleinen Türe ist. „Links“ und „rechts“ ergeben sich dann von selber. Der Betrachter steht also hinter der Camera Obscura und blickt zusammen mit ihr zum Objekt hin, dessen Bild vom Objektiv eingefangen werden soll.

Schritt 1

Lösen Sie die Vorderwand [A1, Bogen 1], die linke Seitenwand [A2, Bogen 3] und die rechte Seitenwand [A3, Bogen 4] aus dem Kartonbogen. Lösen Sie auch die achteckige Bodenplatte [C5] aus der Vorderwand, sie wird aber erst im übernächsten Abschnitt benötigt. Die kleine Scheibe in der Bodenplatte [C5] wird nicht herausgelöst, weil sie produktionsbedingt nur mitgestanzt, aber nicht benötigt wird. Falzen Sie alle Klebelaschen an ihren Perforationsschnitten nach hinten, d.h. zur schwarzen Rückseite hin.

Tipp: So lässt sich der 0,65 mm starke Karton sauber falzen: Legen Sie das Teil so auf ein Brett o. ä. mit einer scharfen Kante, dass die perforierte Falzlinie über der Kante liegt, und biegen Sie die Klebelasche nach unten. Knicken Sie sie danach ganz um und ziehen Sie den Falz mit dem Daumnagel oder einem Falzbein glatt.

Schritt 2

Alle drei Teile haben an einer Kante eine auf beiden Seiten abgeschrägte Klebelasche. Diese Kante zeigt nach oben, auf sie wird später die Klar-sichtscheibe aufgeklebt. Stellen Sie die Vorderwand [A1] mit dieser Lasche nach oben vor sich auf, die schwarze Innenseite zu Ihnen, und stellen Sie links im rechten Winkel dazu die linke Seitenwand [A2]

so auf, dass die beidseitig abgeschrägten Klebelaschen oben sind. Die schwarzen Flächen der beiden Teile zeigen dann nach innen, die goldbedruckten nach außen (Abb. 1). Vergewissern Sie sich, dass die rechteckige schräge Klebemarkierung mit den 5 Pfeilen innen auf der linken Seitenwand mit ihrem tiefer liegenden Ende nahe der Vorderwand liegt. Kleben Sie die Vorderwand in dieser Position auf die seitliche Klebelasche der linken Seitenwand.

Wichtig: Stoßen Sie vor dem Trocknen die unteren und die seitlichen Kanten auf Ihrer Arbeitsfläche auf, um sicher zu gehen, dass keine Kante übersteht oder zurückbleibt.

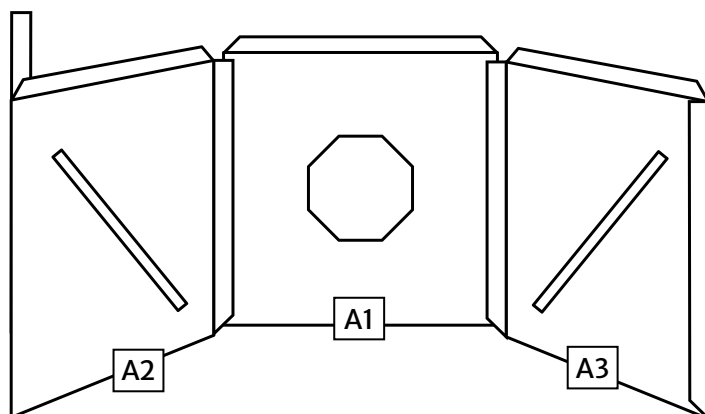


Abb. 1: Vorderwand und Seitenwände

Schritt 3

Falzen Sie die 3 Klebelaschen der rechten Seitenwand [A3, Bogen 2] ebenfalls nach hinten und kleben Sie in gleicher Weise die rechte Kante der Vorderwand auf die dafür vorgesehene Klebelasche. Jetzt bilden die drei Wände schon eine Art Box, an der nur noch Boden, Rückwand und Deckel fehlen.

B. Der äußere Objektiv-Tubus

Der Äußere Objektiv-Tubus dient als Führung für den Inneren Objektiv-Tubus, der erst in Abschnitt D gebaut wird. Der Innere kann im Äußeren vor und zurück geschoben und die Linse des Objektivs damit auf unterschiedlich weit entfernte Objekte scharf gestellt werden.

Schritt 4

Lösen Sie den Äußeren Objektiv-Tubus [B1, Bogen 5] aus dem Karton und falzen Sie alle 8 langen Nutlinien nach hinten. Wenn die beiden halben Segmente an den Enden des Kartonstücks mit ihren Kanten aneinander stoßen, entsteht ein kurzes, achteckiges und innen schwarzes Rohr. Die kleinen grau markierten Klebelaschen sind die Fußlaschen, mit denen der Tubus innen an der Vorderwand befestigt werden wird. Sie werden alle vorgefalzt, also aus dem Inneren der Röhre hinaus. Um das gefaltzte Kartonstück zu einem stabilen achteckigen Tubus zu verbinden, benötigen Sie das Verbindungsstück [B2, Bogen 7]. Kleben Sie es außen so auf das eine halbe Segment, dass es genau zur Hälfte übersteht, und dann auf das andere. Das geht besonders gut, wenn Sie den Tubus flach zusammendrücken, wobei beiden Kanten spaltfrei gegeneinander geschoben werden. Achten Sie darauf, dass zwischen dem Verbindungsstück und den Fußlaschen etwa ein Millimeter Abstand bleibt.

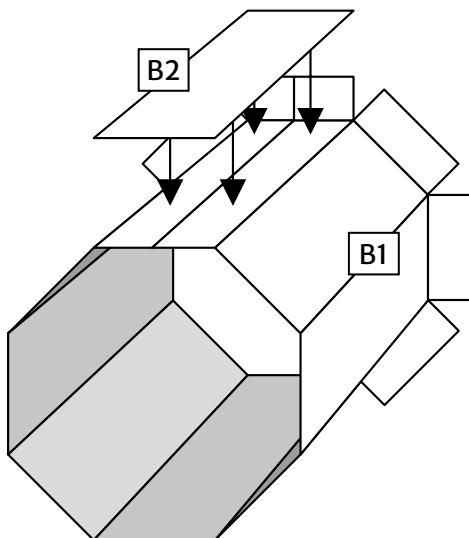


Abb. 2: Äußerer Objektiv-Tubus

Schritt 5

Halten Sie den Äußeren Objektiv-Tubus horizontal und drehen Sie ihn so, dass die Seite mit dem Verbindungsstück unten liegt. Schieben Sie die Fußlaschen von außen durch die achteckige Öffnung in die Vorderwand und kleben Sie sie auf den Klebemarkierungen fest, die sich rund um diese Öffnung befinden.

Tipp: Drücken Sie die Innenseite der Vorderwand auf Ihre Arbeitsfläche, damit die Fußlaschen gut anliegen.

Schritt 6

Falzen Sie die Randverstärkung [B3, Bogen 5] an den genuteten Stellen nach hinten und kleben Sie sie auf die Klebemarkierung rund um die Öffnung des Äußeren Objektiv-Tubus. Die Nahtstelle, wo die Enden der Randverstärkung aneinander stoßen, sollte dabei unten liegen.

Schritt 7

Um die Verbindung von Äußerem Objektiv-Tubus und Vorderwand verwindungssteif zu machen, werden 4 Stützen benötigt. Falzen Sie dazu die Fußlaschen an den 8 Stützteilen [B4 bis B11, Bögen 1 bis 4] nach vorne und kleben Sie immer zwei von ihnen so gegeneinander, dass eine winkelförmige Stütze entsteht, die an einer der beiden Außenkanten zwei Fußlaschen hat. Setzen Sie probeweise zunächst eine der Stützen mit ihren Fußlaschen auf eine der Klebemarkierungen, die sich außen auf der Vorderwand befinden, und schieben Sie sie in den Winkel zwischen Vorderwand und Äußerem Objektiv-Tubus. Die laschenfreie Außenkante der Stütze stößt dabei stumpf auf die Wand des Tubus. Geben Sie dann Klebstoff auf die Fußlaschen und auf die stumpfe Außenkante und kleben Sie die Stütze in der ausprobierten Position fest. Kleben Sie dann auch die anderen drei Stützen an die vorgesehenen Stellen. Die untere Stütze wird dabei auf das Verbindungsstück geklebt, das den Äußeren Objektiv-Tubus zusammenhält.

Schritt 8

Falzen Sie die beiden Spiegelhalterungen [A4] und [A5] in einem rechten Winkel nach hinten. Es entstehen zwei Winkelleisten, die innen schwarz und außen grau sind. Kleben Sie die Spiegelhalterungen auf die beiden Klebemarkierungen, die sich innen auf der linken und rechten Seitenwand befinden.

Wichtig: Die Falzkanten müssen dabei genau auf demjenigen Rand der Klebemarkierung liegen, auf den die Pfeile zeigen. Der Spiegel selber wird erst in Abschnitt E-2 eingebaut.

C. Die Bodenplatte

Die Bodenplatte hat an allen 4 Seiten eine Klebelasche. Sie wird aus 4 trapezförmigen Teilen und dem aus der Vorderwand herausgelösten Achteck zusammengesetzt. Diese 5 Teile werden auf ihrer Rückseite durch 8 Verbindungsstücke miteinander verklebt (Abb. 3). Auf der dem Inneren des Gehäuses zugewandten Seite sind alle Teile schwarz, auch die Verbindungsstücke.

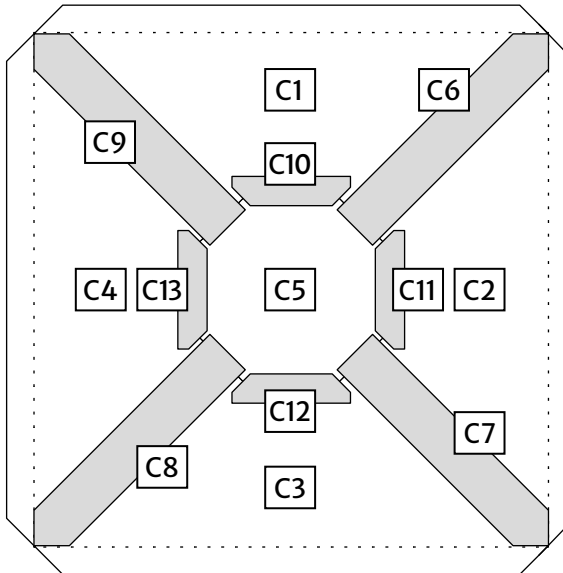


Abb. 3: Bodenplatte

Schritt 9 Lösen Sie die Bodenplatten 1 bis 4 [C1 bis C4, Bögen 1 bis 4] aus dem Karton, ebenso die größeren Verbindungsstücke 1 bis 4 [C6 bis C9, Bögen 1 + 2] und die kleineren Verbindungsstücke 5 bis 8 [C10 bis C13, Bögen 1 bis 4]. Die achteckige mittlere Bodenplatte 5 [C5] ist ja schon vorhanden. Falzen Sie die lange Klebelasche an den Bodenplatten 1 bis 4 nach hinten.

Schritt 10 Legen Sie zunächst zwei der trapezförmigen Bodenplatten mit der schwarzen Seite oben so auf Ihre Arbeitsfläche, dass die schrägen Kanten aneinander stoßen und sich in der künftigen Mitte schon ein halbes Achteck andeutet. Kleben Sie eines der größeren Verbindungsstücke auf die Nahtstelle. Das spitze Ende des Verbindungsstücks zeigt dabei zur Ecke und das stumpfe Ende steht ein Stück in den Bereich des Achtecks über. Achten Sie darauf, dass die Kanten der Bodenplatten spaltfrei aneinander stoßen und das Verbindungsstück mit seiner schwarzen Seite nach oben zeigt.

Schritt 11 Legen Sie die achteckige Bodenplatte [C5] mit der schwarzen Seite nach oben in die dafür vorgesehene Lücke, und zwar so, dass eine der schmalen Klebmarkierungen unter dem überstehenden Ende des Verbindungsstücks liegt und alle Kanten spaltfrei aneinander stoßen.

Kleben Sie sie unter dem Verbindungsstück fest. Fügen Sie dann die anderen Bodenplatten in gleicher Weise mit Hilfe der großen Verbindungsstücke an und kleben Sie zum Schluss noch die kleinen Verbindungsstücke auf die frei gebliebenen Kanten des Achtecks (s. Abb. 3).

Schritt 12 Falzen Sie die Klebelaschen der Bodenplatte noch einmal nach und schieben Sie sie zwischen die beiden Seitenwände des Gehäuses, bis sie an der Vorderwand anstößt. Prüfen Sie, ob Sie sie vielleicht um 90° oder 180° drehen wollen, damit das Feld, in das Sie ihren Namen und das Baujahr schreiben können, in die gewünschte Richtung zeigt (aus diesem Grund zeigt das Klebesymbol nur den Buchstaben, nicht die Zahl). Kleben Sie dann die Bodenplatte in dieser Position fest. Stoßen Sie die Vorderwand wieder auf Ihre Arbeitsfläche auf, damit der Boden nicht unten übersteht, und drücken Sie die beiden Seitenwände probeweise an, damit der Boden genau mittig sitzt. Kleben Sie dann auch die Seitenwände in dieser Weise an den Klebelaschen des Bodens fest.

Schritt 13 Lösen Sie die runde Abdeckung [C14, Bogen 7] aus dem Karton. Der Ring zwischen den Teilen D3 und C14 ist Abfall und wird nicht benötigt. Kleben Sie die Abdeckung von außen auf das achteckige Mittelstück der Bodenplatte. Dabei wird die kleine runde Scheibe, die nicht herausgelöst wurde, mit überklebt.

D. Der innere Objektiv-Tubus

Der Innere Objektiv-Tubus hat einen etwas kleineren Durchmesser als der Äußere und trägt an seiner Vorderseite die Objektivlinse.

Schritt 14 Falzen Sie alle Nutlinien des Inneren Objektiv-Tubus [D1, Bogen 5] nach hinten. Es entsteht wieder eine achteckige, innenschwarze Röhre, wenn sich die beiden halben Segmente an den Enden berühren. Verbinden Sie die beiden halben Segmente auf ihrer Innenseite mit dem Verbindungsstück [D2, Bogen 5]. Achten Sie dabei darauf, dass die Kanten der halben Segmente spaltfrei gegeneinander stoßen und das Verbindungsstück mit seiner schwarzen Fläche ins Innere des Tubus zeigt.

Schritt 15 Lösen Sie die Objektiv-Halterung [D3, Bogen 7] aus dem Karton und falzen Sie alle 8 Klebelaschen nach hinten. Als Objektiv dient die beiliegende Acrylglas-Linse. Sie hat eine gewölbte Seite, die zum Objekt hin zeigen wird, die andere Seite ist flach und zeigt ins Innere der Camera Obscura.

Fassen Sie die Linse nur am Rand an und reinigen Sie sie falls nötig mit einem weichen Lappen von Fingerabdrücken. Legen Sie die Objektiv-Halterung mit der schwarzen Innenseite nach oben auf Ihre Arbeitsfläche oder, noch besser, auf die Öffnung einer kleinen Tasse und legen Sie zur Probe die Linse so darauf, dass ihre gewölbte Seite nach unten zeigt. Heben Sie die Linse wieder hoch und bestreichen Sie die Objektivhalterung rings um die Öffnung für die Linse auf etwa 3 mm Breite mit Klebstoff. Prüfen Sie, dass sich keine Klebstofffäden gebildet und über die Öffnung gelegt haben. Legen Sie dann vorsichtig die Linse darauf und zentrieren Sie sie. Gut trocknen lassen.

Schritt 16 Legen Sie die Objektivhalterung auf dasjenige Ende des Inneren Objektiv-Tubus, das die Klebemarkierungen trägt, und kleben sie ihre Laschen auf dem Tubus fest. Prüfen Sie nach dem Trocknen, ob sich der Innere Tubus gut im Äußeren Tubus hin und her schieben lässt. Legen Sie ihn dann wieder zur Seite, damit die Linse beim weiteren Zusammenbau keinen Schaden nimmt. **Tipp:** Falls Ihnen mit der Linse trotz aller Vorsicht ein Malheur passiert, können Sie sie bei Ihrem AstroMedia-Händler nachbestellen (OptiMedia Linse Nr. 10, Artikel Nr. 314.OM10).

E1. Die Türe und die Rückwand

In der Rückwand befindet sich eine kleine Türe, die mit einem drehbaren Riegel verschlossen werden kann. So lassen sich z.B. Bleistifte oder auch zusammengerollte Bögen Transparenzpapier im Gehäuse unterhalb des Spiegels verstauen.. Als erstes wird die Türe zusammengebaut, dann die Türe in die Rückwand und die Rückwand an das Gehäuse montiert.

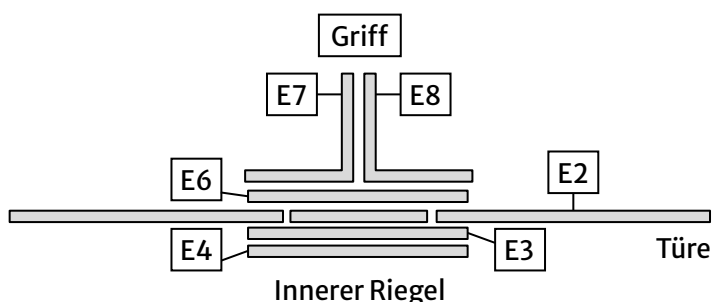


Abb. 4: Querschnitt Riegel

Schritt 17 Kleben Sie die beiden Teile 1 und 2 des inneren Riegels [E3 und E4, Bogen 7] mit ihren grauen Seiten kantengenau aufeinander (Abb. 4 zeigt den Aufbau von Riegel und Türe im Querschnitt).

Schritt 18 Lösen Sie die kleine scheibenförmige Riegelachse [E5] aus der Türe [E2, Bogen 2]. Kleben Sie die Riegelachse auf die graue Klebemarkierung des inneren Riegels und achten Sie dabei darauf, dass sie im Zentrum des Halbkreises am Ende des inneren Riegels sitzt. Gut trocknen lassen.

Schritt 19 Falzen Sie die beiden Griffteile 1 und 2 [E7 und E8, Bogen 7] nach vorne und kleben Sie sie mit je einer der vorgefalteten Hälften aneinander. Kleben Sie anschließend den Griff mit den beiden anderen, auseinander gefalteten Hälften auf die graue Rückseite der Riegelbasis [E6, Bogen 7].

Schritt 20 Lösen Sie die Türe [E2, Bogen 2] aus der Rückwand, legen Sie sie mit der schwarzen Seite unten auf Ihre Arbeitsfläche. Legen Sie den inneren Riegel so unter die Türe, dass die scheibenförmige Riegelachse von unten in ihr Loch in der Türe einrastet. Drehen Sie ihn vorsichtig, damit sich die Achse in ihr Lager etwas einschleifen kann, und drehen Sie ihn dann so, dass sein sichtbarer Teil rechtwinklig aus der Türe heraussteht. Bringen Sie etwas (nicht zu viel) Klebstoff auf der Achse an und kleben Sie den Riegelgriff mit seiner Klebemarkierung darauf. Er zeigt dabei in genau die gleiche Richtung wie der innere Riegel, ist aber etwas kürzer als dieser. Das ist beabsichtigt, weil sich so der Riegel leichter schließen lässt. Lassen Sie den Kleber gut trocknen und mobilisieren Sie den Riegel dann vorsichtig, bis er sich vollständig um seine Achse drehen lässt.

Schritt 21 Legen Sie die Rückwand [E1, Bogen 2] mit der schwarzen Seite nach unten auf Ihre Arbeitsfläche und die Türe in die Türöffnung. Der Riegel ist dabei ganz nach links gedreht, so dass er nicht über die Türe hinausragt. Falzen Sie dann das Türscharnier [E9, Bogen 7] einmal nach vorne und dann wieder flach und kleben Sie es auf die übergreifende Klebemarkierung, die sich auf der Türe und am Türrahmen befindet. Der Falz soll dabei genau auf der Stanzlinie liegen. Prüfen Sie nach dem Trocknen die Türfunktionen (Öffnen, Verriegeln).

Schritt 22 Falzen Sie die Klebelasche der Rückwand nach hinten und falzen Sie die drei Klebelaschen von Seitenwänden und Boden, auf die die Rückwand geklebt wird, noch einmal nach. Öffnen Sie den Türriegel und drücken Sie die Türe ein Stück weit durch die Türöffnung durch. So stört der Türgriff nicht, wenn die Rückwand zum Andrücken auf die Arbeitsfläche gelegt wird. Kleben Sie die Rückwand auf die Klebelaschen von Bodenplatte und Seitenwänden. Ihre eigene Klebelasche zeigt dabei nach oben, so wie die der anderen Gehäusewände.

Achten Sie wieder gut darauf, dass keine Kante übersteht oder zurück bleibt. Legen Sie zum Trocknen das Gehäuse auf die Rückwand und beschweren Sie es leicht, z.B. mit einem Buch.

Jetzt ist das Gehäuse bis auf die obere Abdeckung fertig. Seine Stabilität bekommt es im nächsten Schritt, wenn im Inneren der Spiegel und oben die Klarsichtscheibe als Abdeckung montiert werden.

E2. Der Spiegel und die Klarsichtscheibe

Ohne einen Spiegel würde das Bild auf die Rückwand des Gehäuses fallen und dort auf dem Kopf stehen. Indem der Spiegel das Bild rechtwinklig nach oben reflektiert, richtet er es wieder auf, allerdings bleibt es dabei spiegelverkehrt. Die Klarsichtscheibe allein ermöglicht noch nicht die Darstellung eines Bildes, weil dessen Licht ja nicht von ihm aufgehalten wird. Das geschieht erst, wenn ein Stück Transparentpapier (Pauspapier, „Architektenpapier“) darauf gelegt wird.

Schritt 23

Legen Sie den Spiegel mit Schutzfolie zunächst zur Probe von oben so in das Gehäuse, dass er mit den Rändern seiner Rückseite genau auf den beiden Spiegelhalterungen aufliegt. Seine obere Kante liegt dabei ziemlich nahe an der künftigen Abdeckung, der Abstand der unteren Kante zur Bodenplatte ist deutlich größer. Falzen Sie die Spiegelhalterungen noch einmal nach, so dass sie rechtwinklig von den Seitenwänden abstehen, und kleben Sie den Spiegel in dieser Position auf den Spiegelhalterungen fest.

Tipp: Produktionstechnisch bedingt können sehr dünne Acrylglasspiegel wie dieser manchmal eine minimale Wölbung aufweisen. Sollte das bei Ihrem Spiegel der Fall sein, können Sie ihn dennoch unbesorgt einbauen, weil die Auswirkung auf das Mattscheibenbild in der Praxis keine Rolle spielt. Die Wölbung verschwindet aber, wenn Sie den Spiegel mit denjenigen Kanten verkleben, an denen sich ggf. eine leichte Krümmung zeigt, und den Spiegel auf die Halterungen gedrückt halten, bis der Kleber angezogen hat.

Drücken Sie dabei die Seitenwände leicht gegeneinander und vergewissern Sie sich noch vor dem Trocknen, dass die obere Öffnung des Gehäuses genau rechtwinklig ist. Das lässt sich sehr einfach mit Hilfe der Klarsichtscheibe überprüfen, wenn Sie sie zur Probe schon mal in ihrer künftigen Position oben auf die Klebelaschen legen. Gut trocknen lassen und dann erst die Schutzfolie vom Spiegel abziehen.

Schritt 24

Rauen Sie alle 4 Ränder der Klarsichtscheibe auf beiden Seiten und auf einer Breite von etwa 1 cm mit der Bastelfeile oder dem Sandpapier an, damit der Kleber besser auf dem Kunststoff haftet. Wenn Sie kein Sandpapier haben, können Sie auch mit einem scharfen Gegenstand Kratzer anbringen, achten Sie aber darauf, dass keine Schleifspuren oder Kratzer auf den Sichtbereich der Scheibe gelangen. Falzen Sie dann die Klebelaschen des Gehäuses noch einmal nach, so dass sie horizontal stehen, und kleben Sie die Klarsichtscheibe so darauf fest, dass sie an keiner Seite übersteht. Beschweren Sie sie beim Trocknen, z.B. mit einem Buch.

F. Die Eckleisten

Die 12 Eckleisten verdecken die Klebekanten des Gehäuses und steigern außerdem auch seine Stabilität. Vier von ihnen [F7, F8, F10 und F11] haben gestanzte Ausschnitte, in denen später die Fußrasten der Seitenblenden Platz finden werden. Die Stellen, an die sie geklebt werden sollen, sind an den entsprechend geformten Klebemarkierungen zu erkennen. Nur die Eckleiste [F9] hat auf ihrer Außenseite eine Klebemarkierung. Sie dient zur Befestigung des Deckels, der auch als Vorderblende dient.

Schritt 25

Falzen Sie alle Eckleisten 1 bis 12 [F1 bis 12, Bögen 5,6 und 8] scharf nach hinten. Achten Sie darauf, dass der Falz genau durch die Spitzen geht. Bekleben Sie dann zunächst die 4 Kanten der Bodenplatte mit den Eckleisten [F1 bis F4] und die zwei senkrechten Kanten rechts und links von der Rückwand mit den Eckleisten [F5 und F6]. Ihre schrägen Enden stoßen dabei möglichst spaltfrei aneinander und ihre Spitzen treffen sich an den Ecken des Gehäuses.

Schritt 26

Kleben Sie die Eckleiste [F7] so auf die von Vorderwand und linker Seitenwand gebildete Kante, dass der gestanzte Ausschnitt unten auf der linken Seitenwand zu liegen kommt, so wie es die Klebemarkierung vorgibt. Kleben Sie dann die Eckleiste [F8] entsprechend auf die vordere rechte Kante des Gehäuses.

Schritt 27

Kleben Sie als nächstes die Eckleiste mit der mit der grauen Klebefläche [F9] auf die obere Vorderkante des Gehäuses, oberhalb des Objektivs, und zwar so, dass die Hälfte mit der Klebemarkierung auf der Klarsichtscheibe liegt. Kleben Sie dann auf die linke obere Gehäusekante die Eckleiste [F10]. Der gestanzte Ausschnitt liegt dabei hinten auf der linken Seitenwand, zur Rückwand hin. Die Klebemarkierung macht das deutlich. In entsprechender Weise kommt die Eckleiste [F11] auf die Gehäusekante rechts oben. Die letzte Leiste [F12] kommt dann auf die letzte frei gebliebene Stelle hinten oben.

G. Der Deckel und die Seitenblenden

Um das Bild auf dem Transparentpapier besser sehen zu können, muss die Oberfläche der Camera Obscura durch Blenden abgedunkelt werden. Der Deckel dient dabei als Vorderblende. Die Seitenblenden haben Fußrasten, die hinter Bügel auf unterschiedlichen Höhen gesteckt werden können.

Schritt 28 Falzen Sie die Klebelasche am Deckel [G1, Bogen 6] nach vorne und kleben Sie dann diese Lasche auf die markierte Stelle, die sich oben auf der vorderen Eckleiste befindet. Achten Sie dabei darauf, dass der Deckel mittig auf dem Gehäuse sitzt und außen mit der Gehäusekante abschließt.

Schritt 29 Falzen Sie die Klebelasche an der rechten Seitenblende [G2, Bogen 7] nach hinten und kleben Sie die Fußraste 1 [G3, Bogen 7] mit ihrer grauen Fläche auf die markierte Stelle auf der schwarzen Rückseite der Seitenblende (Abb. 5). An der einen Kante der Seitenblende schließt sie dabei mit der Kante ab, an der anderen ragt das goldbedruckte halbrunde Ende über die Kante hinaus. Kleben Sie dann die rechte Seitenblende mit ihrer Lasche an der rechten Kante des Deckels fest, so dass sie hinten exakt mit ihm abschließt und vorne gerade bis zum Scharnierfalz des Deckels reicht.

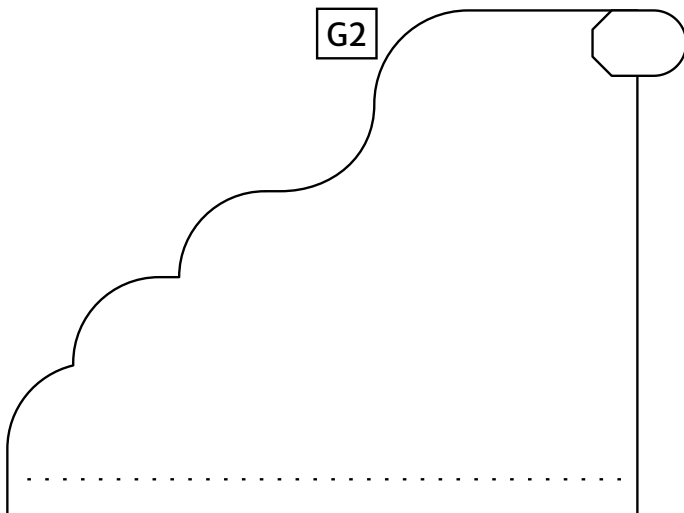


Abb. 5: Seitenblende mit Fußraste

Schritt 30 Kleben Sie die Fußraste 2 [G5, Bogen 7] in gleicher Weise auf die linke Seitenblende [G4, Bogen 7] und kleben Sie diese auf die linke Kante des Deckels.

Schritt 31 Wenn Sie jetzt den Deckel auf und zu machen, sehen Sie, dass die Fußrasten der Seitenblenden in die Ausschnitte der Eckleisten passen. Damit sie sich darin verankern können, müssen Bügel über die Ausschnitte geklebt werden. Kleben Sie die 4 Fußrasten-Bügel 1 bis 4 [G6 bis G9] so über die Ausschnitte in den beiden vorderen und den beiden oberen Eckleisten, dass sie mit den Kanten der Eckleisten genau abschließen. Es entstehen auf diese Weise Taschen, in welche die Fußrasten gesteckt werden können und der Deckel damit entweder geschlossen oder rechtwinklig geöffnet festgestellt werden kann.

Schritt 32 Damit der Deckel auch in einer 60°-Position arretiert werden kann, sind 2 weitere Bügel für die Fußrasten vorgesehen, die schräg auf die beiden Seitenwände geklebt werden. Kleben Sie die 4 Bügelfüße 1 bis 4 [G10+11 und G13+14, Bögen 3 und 4] unter die Enden der Fußrasten-Bügel 5 und 6 [G12 und G15] und kleben Sie diese dann auf die schräg stehenden Klebemarkierungen an der rechten und linken Seitenwand. Prüfen Sie vorher, ob sich die Fußrasten der Seitenblenden auch sauber einklinken lassen.

Herzlichen Glückwunsch!

Ihre Camera Obscura ist jetzt fertig. Legen Sie ein Blatt Transparentpapier auf das Klarsichtfenster, und sie ist einsatzbereit.

Tipps zum Umgang mit der Camera Obscura:

Tipp 1 Achten Sie darauf, dass das Motiv gut beleuchtet ist und die Camera Obscura selber, insbesondere die Mattscheibe aus Transparentpapier, im Schatten bzw. im Dunklen liegt.

Tipp 2 Besonders gut sehen Sie das Bild, wenn Sie sich und die Mattscheibe wie bei den frühen Fotoapparaten mit einem dunklen Tuch oder einem passenden Kleidungsstück abdunkeln.

Tipp 3 Wenn sich der Innere Objektiv-Tubus mit der Linse zu leicht verstellen lässt, können Sie ein paar Streifen Papier auf die Innenseite des Äußeren Objektiv-Tubus kleben und ihn so verengen.

Tipp 4 Unerwünschte Reflexe, die sich trotz der schwarzen Innenwände nicht vermeiden lassen, können Sie mit der beiliegenden Objektivblende stark reduzieren. Schneiden Sie sie aus dem Karton und falzen Sie die acht Laschen nach hinten. Schieben Sie die Blende mit dem Achteck voran in das offene Ende des inneren Objektiv-Tubus, also gegenüber von der Linse, und zwar so tief, bis die Laschen mit der Tubuskante bündig sind. Sie können die Blende in dieser Position mit ein paar Tropfen Klebstoff befestigen oder, falls Sie noch mit anderen Blendengrößen experimentieren wollen, einfach lose stecken lassen.

Tipp 5 Das Objektiv hat eine große Öffnung und mit 4,8 auch eine hohe Lichtstärke, berechnet aus der Brennweite 275 mm geteilt durch die 57 mm Objektivdurchmesser. Dadurch ist auch die Tiefenschärfe gering, d.h. es werden immer nur die Gegenstände, die sich in der selben Entfernungsebene befinden, scharf abgebildet. Durch Verschieben stellen Sie das Objektiv auf die unterschiedlichen Entfernungen ein. Die Tiefenschärfe erhöht sich, wenn Sie die Objektivöffnung durch eine vorgesetzte Blende aus dunklem Karton verkleinern, allerdings wird das Bild dann auch weniger hell.

Tipp 6 Für sehr nahe Motive kann das Objektiv nicht weit genug ausgezogen werden. Sie können sich aber mit einer provisorischen Verlängerung aus schwarzem Papier behelfen, die Sie zu einer passenden achteckigen Röhre falten und zwischen inneren und äußeren Objektivtubus stecken.

Fotoabzüge von Ihren Zeichnungen

Für eine direkte Belichtung von Fotopapier ist diese Camera Obscura nicht geeignet, aber von den Bleistiftzeichnungen, die Sie auf dem Transparentpapier anfertigen, lassen sich auf einfachste Weise und ohne Dunkelkammer oder chemische Entwickler sehr beeindruckende fotografische Abzüge herstellen. Benutzen Sie dafür das Solar-Fotopapier von AstroMedia (Best. Nr. 411.FSP) und legen Sie beim Belichten die Schauseite der Skizze, die ja spiegelverkehrt ist, auf das Fotopapier. Beim Entwickeln (mit normalem Leitungswasser!) entsteht ein weißes Negativ auf dunkelblauem Grund, das jetzt wieder ein seitenrichtiges Bild zeigt.

Die Camera Obscura als Lochkamera

Die Camera Obscura lässt sich auch in eine Lochkamera verwandeln. Entfernen Sie dazu den Inneren Tubus mit dem Objektiv und decken Sie den Äußeren Tubus mit dunklem Papier ab, in das Sie ein Loch stechen. Beginnen Sie zunächst mit einem kleinen Loch (ca. 1 bis 2 mm), das Sie dann nach und nach erweitern können. Bedecken Sie sich und die Mattscheibe möglichst lichtdicht mit einem dunklen Tuch und gestatten Sie den Augen, sich an die Dunkelheit anzupassen. Die Bilder, die Sie sehen, haben, anders als die mit der Linse gewonnenen, eine durchgehende Tiefenschärfe – ein großer Vorzug von Lochkameras. Allerdings ist das Bild auch sehr viel dunkler. Je größer das Loch wird, umso heller, aber auch unschärfer wird das Bild.

Voll funktionstüchtige und lehrreiche **Kartonbausätze** aus Wissenschaft und Technik.



**DER SONNEN-
PROJEKTOR**

Das Finsternis-Sonnenkino

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



**DIE DAMPF-
MASCHINE**

Der faszinierende Klassiker

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



**DER
NITINOL-MOTOR**

Treibstoff: Wasser!

Wenn dieser Motor beginnt, sich unermüdlich und in hohem Tempo zu drehen, zieht er staunende und rätselnde Blicke auf sich.



**DER STIRLING-
MOTOR**

Ein heißer Kaffee genügt

Wenn dieser Stirling-Motor auf einer Tasse sitzt, verwandelt er die aufsteigende Wärme in eine rasante Drehbewegung.