

# Das Historische Galilei-Teleskop

Bausatz für ein Kartonreplikat des einzigen erhaltenen von Galileo Galilei selbst angefertigten Teleskops.

Hans Lippershey, Brillenmacher aus dem holländischen Middelburg, erfand 1608 ein ca. 3-fach vergrößerndes Sehrohr. Es hatte auf der Augenseite eine konkave, nach innen gewölbte Linse (für Kurzsichtige) und zum Objekt hin eine konvexe, nach außen gewölbte Linse (für Weitsichtige). Ein Patent wurde ihm aber verweigert, da auch schon andere Brillenmacher Fernrohre anboten. In kürzester Zeit verbreitete sich die Nachricht über diese Erfindung in ganz Europa.

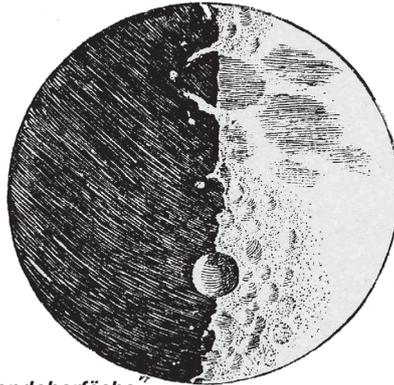
Galileo Galilei (1564-1642), Professor für Mathematik in Padua, war sofort fasziniert. Noch bevor die ersten holländischen Fernrohre in Italien eintrafen, hatte er sich ein eigenes Teleskop mit etwa 4-facher Vergrößerung gebaut. Er begann sofort die Leistung zu steigern und baute in der Folge Teleskope mit 8-facher, 13-facher, in späteren Jahren sogar bis zu 33-facher Vergrößerung. Die Linsen dazu schliiff er selbst.

Anfang des 17. Jahrhunderts stritten die Gelehrten noch darüber, ob die Erde im Zentrum der Welt steht oder ob es doch die Sonne ist, wie Kopernikus behauptet hatte. Einen Beweis für das eine oder das andere hatten sie aber nicht. Die Astronomen waren davon überzeugt, alle Planeten zu kennen und alle Fixsterne katalogisiert zu haben und dass auch die genaueste Beobachtung nichts Neues erbringen würde, von gelegentlichen Kometen und Novae abgesehen.

Es ist Galileis großes Verdienst, sein Fernrohr trotzdem auf den Himmel gerichtet zu haben. Was er da sah, war in der Tat erstaunlich: Der Mond war mit Kratern übersät, die Milchstraße löste sich in Abermillionen Sterne auf, die Venus zeigte Phasen, und vor allem: Der Planet Jupiter wurde von Monden umkreist. Schon 1610 veröffentlichte er in der Schrift "Sidereus Nuncius" (Sternenbote) seine sensationellen Entdeckungen

aus diesem und dem Vorjahr. Das war der Beginn nicht nur einer neuen Astronomie, sondern eines neuen Weltbildes, das uns bis heute prägt.

Auch wenn das erste Fernrohr in Holland erfunden wurde: Galilei gebührt das Verdienst, es als wissenschaftliches Instrument erkannt und perfektioniert zu haben. Insofern ist die Bezeichnung „Galileisches Teleskop“ für ein Fernrohr dieser Bauart durchaus gerechtfertigt.



*Mondoberfläche  
aus dem Sidereus Nuncius, 1610*

Die galileische Linsenordnung erzeugt ein aufrecht stehendes Bild, das ist ein großer Vorteil. Ihr Nachteil ist allerdings gravierender: Je höher die Vergrößerung, umso kleiner wird der Bildausschnitt. Bei 30-facher Vergrößerung ist er so klein, dass sich ein Beobachter kaum noch sicher sein kann, was genau er da eigentlich sieht. Mit großer Hochachtung steht man vor den Entdeckungen, die Galilei trotzdem gemacht hat.

Galileis Zeitgenosse Johannes Kepler, der große Mathematiker und Astronom, schlug eine andere Linsenordnung vor: Beide Linsen, auch die kleinere Augenlinse, sollten konvex (nach außen gewölbt) sein. Der Nachteil, dass das Bild dann auf dem Kopf

steht, spielt ja bei Himmelsbeobachtungen keine große Rolle und würde durch ein großes Gesichtsfeld und höhere Vergrößerungen mehr als aufgewogen. Mit Ausnahme von Operngläsern werden heute praktisch alle Linsenteleskope nach diesem Prinzip gebaut, bei Feldstechern mit einer Zusatzoptik, die das Bild wieder auf die Füße stellt.

## **Zu diesem historischen Nachbau:**

Galilei hat weit über hundert Teleskope gebaut, erhalten geblieben sind aber nur zwei, die heute im Museo di Storia della Scienza in Florenz und im Internet unter [www.imss.fi.it](http://www.imss.fi.it) zu besichtigen sind: Ein eher schlichtes Arbeitsteleskop mit 14-facher Vergrößerung und ein mit kostbarem goldgeprägtem Leder bezogenes, das mit Sicherheit von seiner Hand stammt. Es wurde wohl gegen Ende 1609 gebaut und war für Cosimo II in Florenz bestimmt. Dieses Teleskop diente als Vorlage für den Bausatz.

Die Gesamtlänge und die Objektivbrennweite des Kartonnachbaus sind mit 78 cm jeweils 20 cm kürzer als das Original. Diese Abweichung beeinträchtigt die Authentizität des Kartonreplikats jedoch nicht, da kein Teleskop Galileis dem anderen in Länge und optischer Leistung glich. Durch die Verkürzung wird das Teleskop etwas handlicher und die auf 12-fach reduzierte Vergrößerung erweitert das immer noch recht kleine Bildfeld ganz erheblich. Da die Okularlinse des Originals im 19. Jahrhundert ersetzt wurde, kann man die ursprüngliche Vergrößerung nur schätzen. Vermutlich lag sie um 20-fach. Mit diesem Historischen Galilei-Teleskop haben Sie die einmalige Gelegenheit, dem großen Forscher über die Schulter zu blicken und seine Entdeckungen mit den gleichen Mitteln nachzuvollziehen, die aus heutiger Sicht zwar bescheiden waren, in der Hand eines Galilei aber zum Schlüssel für eine neue Weltsicht wurden.

## *Das benötigen Sie für den Zusammenbau:*

- Normaler lösungsmittelhaltiger **Alleskleber**, z.B. Tesa oder Uhu Alleskleber. Er kann für alle Teile verwendet werden. Benutzen Sie **keinen sogenannten lösungsmittelfreien Alleskleber auf Wasserbasis**, er weicht den Karton auf und führt zu unerwünschten Kanten bei den rund gebogenen Flächen. Alleskleber auf Lösungsmittelbasis bindet auch viel schneller ab und haftet besser auf den mit Drucklack geschützten Oberflächen.
- Ein scharfes **Bastelmesser** („Cutter-Messer“, z.B. AstroMedia\*-Bastelmesser) oder ein Skalpell mit schlanker Spitze.
- Etwas **Klebefilm** und **Krepp-Klebeband** (Tesakrepp). Das Krepp-Klebeband dient dazu, runde Außenhüllen in Position zu halten bis der Kleber trocken ist. Man kann stattdessen auch etwa ein Dutzend Gummiringe nehmen.
- Eine kleine **Schere**, evtl. auch eine Nagelschere, zum Abschneiden von Überständen.
- Eine **Schneideunterlage**, z.B. feste Pappe (ohne Welle) oder Kunststoff oder Holz. Praktisch sind so genannte "selbstheilende" Schneidmatten, bei denen sich Einschnitte wieder schließen.
- Einen dicken **schwarzen Filzstift** um die Rückseiten einiger Kleinteile einzufärben.
- Ein **Rundholz**, ca. 20 cm lang und mind. 1,5 cm dick, z.B. ein dicker Filzstift, ein Teil von einem Besenstiel o.ä. Man kann auch ein dünneres Rundholz (o. einen runden Bleistift) so lange mit Papier umwickeln, bis er die gewünschte Dicke hat. Mit diesem Wickelkern werden die Außenhüllen durch Aufwickeln rund gebogen.
- Feines **Sandpapier** (oder z.B. die AstroMedia\*-Sandblatt-Bastelfeile), um überstehende Kartonränder abzuschleifen.
- Etwas **Spiritus** o.ä. zum Reinigen der Glaslinsen.

Mit dem Wort **OPTION** sind in der Bauanleitung Schritte gekennzeichnet, die in Richtung Perfektion gehen, aber nicht unbedingt notwendig sind. Dafür benötigen Sie:

- Einen **goldenen Lackstift** und **rote und braune Filzstifte**, falls Sie die weißen Kanten des Kartons einfärben wollen, die nach dem Zusammenbau noch sichtbar sind.
- Zwei **Unterlegscheiben aus Metall** Ø ca. 20 mm (außen) x Ø ca. 8 mm (innen), falls Sie die Teleskop-Halterung an der Wand aufhängen wollen. Man kann sich auch aus Sperrholz oder starkem Karton entsprechende Scheiben herstellen. Mit ihnen werden die Löcher in der Rückwand verstärkt.

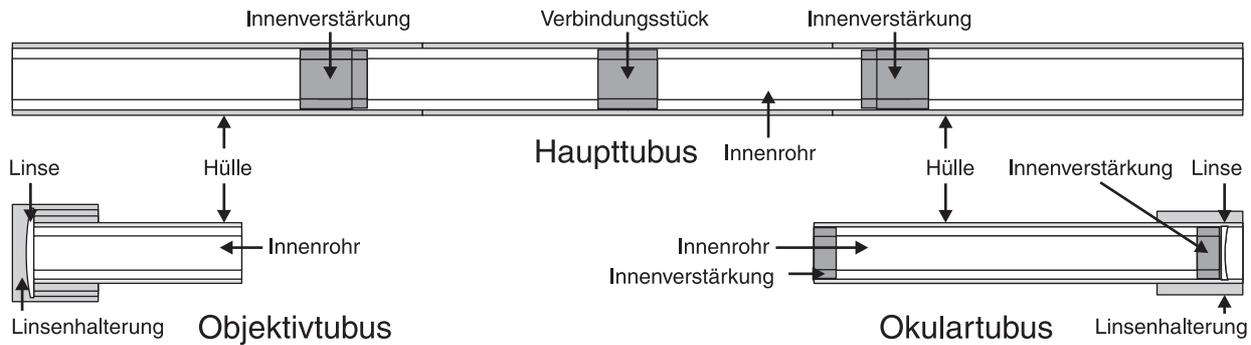


Abb. 1

## Tipps für einen erfolgreichen Zusammenbau

### Bitte vor Baubeginn lesen!

1. Die Bauanleitung wurde in 41 kleine Schritte mit ausführlicher Beschreibung gegliedert. Das sieht auf den ersten Blick nach erschreckend viel Text aus, erleichtert aber in hohem Maße den erfolgreichen Zusammenbau, weil es ihn übersichtlich macht. Bitte lesen Sie jeden Schritt vorher ganz durch und gönnen Sie sich genügend Zeit.
2. Die meisten Arbeitsschritte wiederholen sich in ähnlicher Form immer wieder. Sie werden merken, dass der Zusammenbau nach den ersten Schritten fast selbsterklärend ist.
3. Jedes Teil ist mit seinem Namen gekennzeichnet sowie einer Teilenummer, die aus einem Buchstaben und einer Nummer besteht. Die Buchstaben in den Teilenummern sind innerhalb einer Baugruppe gleich. Lösen Sie am besten immer nur die Teile heraus, die Sie gerade benötigen, oder schreiben Sie die Teilenummern auf die Rückseite, sofern sie nicht schon auf dem Teil gedruckt sind.
4. Es empfiehlt sich, die Teile nicht aus dem Karton zu reißen, sondern die kleinen Haltestege mit einem Messer durchzuschneiden, damit die Kanten ganz glatt werden.
5. Alle Falzlinien sind durch kleine Perforationsschnitte markiert. Sie werden teils „nach vorne“ gefalzt, also zu mir hin, wenn ich auf die bedruckte Seite blicke, teils „nach hinten“, also weg von mir.
6. Die Stellen, auf die etwas geklebt wird, sind in der Regel durch graue Flächen gekennzeichnet.

### Dieser Bausatz enthält:

- 6 Stanzbögen aus Karton 0,3 mm
- 1 Objektivlinse aus Glas, Ø 42 mm, Brennweite 780 mm, plankonvex (eine Seite flach, die andere nach außen gewölbt)
- 1 Okularlinse aus Glas, Ø 25 mm, Brennweite -65 mm plankonkav (eine Seite flach, die andere nach innen gewölbt)

## Abschnitt A: Der Objektivtubus

*Objektivtubus, Okulartubus und Haupttubus werden alle nach dem selben Prinzip gebaut: Zunächst wird ein Kartonteil zu einem sechskantigen Innenrohr gefalzt und geklebt, dann wird darum ein rund gebogenes Stück Karton als Hülle geklebt. In Verbindung mit weiteren innen und außen angebrachten Stützelementen ergibt das eine stabile, im Querschnitt wabenähnliche Konstruktion (s. Querschnitt oben und Abb. 2). – Vom Objektivtubus wird zunächst nur das eckige Innenrohr und die runde Außenhülle fertig gestellt, die Linsenhalterung wird erst später im Abschnitt E angebracht.*

**Schritt 1:** Falzen Sie das Innenrohr des Objektivtubus [A1] an allen Nutlinien nach vorne, so dass ein sechskantiges Rohr mit schwarzer Innenfläche entsteht. Kleben Sie die Rückseite der schmalen schwarzen Klebelasche auf die graue Klebefeld-Markierung der gegenüberliegenden Seite, so dass sie im Inneren des Rohres liegt.

**TIPP:** Drücken Sie das Rohr mehrmals flach auf die Arbeitsfläche, mit der Klebestelle unten. Gut trocknen lassen.

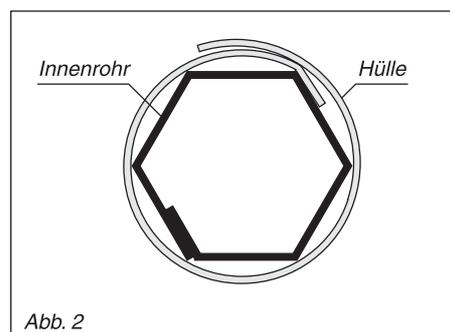


Abb. 2

Der Objektivtubus hat nur eine Außenverstärkung, keine Innenverstärkung. Damit das Innenrohr beim Aufkleben der Außenhülle [A2] seine sechskantige Form behält, werden im nächsten Schritt die beiden Innenverstärkungen [B2] und [B3] des Okulartubus provisorisch in ihn eingesetzt.

**Schritt 2:** Lösen Sie die Innenverstärkungen 1 und 2 des Okulartubus [B2+B3] aus dem Karton und entfernen Sie auch die runden Scheiben in der Mitte. Falzen Sie die sechs Laschen nach vorne und stecken Sie die

Innenverstärkungen ohne Klebstoff ca. 1 cm tief in die beiden Enden des Objektivtubus, mit dem Sechseck zu erst, so dass die Laschen am Rand bündig sind. Sie werden nach dem nächsten Schritt wieder entfernt.

**Schritt 3:** Lösen Sie Außenhülle des Objektivtubus [A2] aus dem Karton.

**OPTION: Schnittkante gegenüber der Klebelasche mit Filzstift einfärben.**

Ziehen Sie die Außenhülle über eine Tischkante und rollen Sie sie dann auf den Wickelkern (das Rundholz, den verdickten Bleistift usw., s.o.), um ihr eine Rundung zu geben, natürlich mit der bedruckten Seite außen.

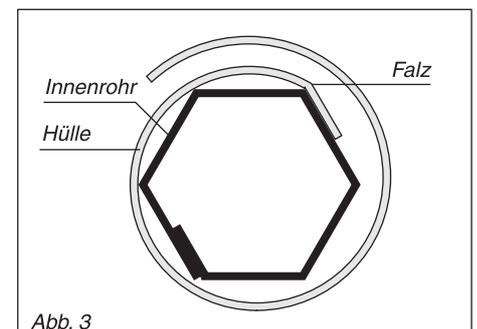


Abb. 3

**TIPP:** Falls Sie mehrere Wickelkerne mit unterschiedlichen Durchmessern haben, nehmen Sie zuerst den mit dem größten Durchmesser und gehen dann zum kleineren Durchmesser über. So wird es einfacher, eine gleichförmige Rundung ohne Knickstellen entstehen zu lassen. Beginnen Sie so, dass die durch eine Perforation gekennzeichnete Klebelasche am Wickelkern anliegt, und wickeln Sie dann noch einmal, diesmal mit der gegenüberliegenden Kante innen.

Falzen Sie die Klebelasche der Außenhülle zunächst vor und zurück, um sie etwas beweglich zu machen, und dann nach hinten. Kleben Sie sie so auf eine der Sechskantseiten, dass der Falz genau auf der Kante liegt (s. Abb. 3) und die Hülle an keiner Seite des Innenrohres übersteht (s. Abb. 1). Gut trocknen lassen und dann einmal zur Probe um das Innenrohr wickeln (s. Abb. 2). Beachten Sie die Überlappung auf der anderen Seite um ca. 1 cm.

**Schritt 4: TIPP: Rollen Sie bei Bedarf die Hülle noch einmal nach, damit insbesondere das Ende gut gekrümmt ist.**

Bestreichen Sie die fünf freiliegenden Kanten des Innenrohrs reichlich mit Klebstoff und wickeln Sie die Hülle vorsichtig so um das Innenrohr, dass sie auf der Außenseite keinen Klebstoff abbekommt. Die Hülle bildet dabei eine zylindrische Rundung, die auf den Kanten des Innenrohrs aufliegt und sie dabei völlig verschwinden lässt, nur ihr Ende ist noch nicht angeklebt. Achten Sie darauf, dass an den Tubus-Enden die Kanten des Innenrohrs und die Kanten der Hülle exakt bündig sind. Fixieren Sie die Hülle mit Krepp-Klebeband oder ziehen Sie Gummiringe über die Hülle, damit sie beim Trocknen auf den Kanten allseitig aufliegt. Gut trocknen lassen. Entfernen Sie dann das Krepp-Klebeband bzw. die Gummiringe.

**TIPP:** Von der bedruckten Karton-Oberfläche löst sich Krepp-Klebeband problemlos, aber an der Kante muss man Acht geben, dass die Oberfläche nicht aufgerissen wird.

Biegen Sie das Ende der Hülle vorsichtig hoch, streichen Sie Klebstoff auf die letzte Kante des Innenrohrs (die schon vom Klebefalz bedeckt ist) und unter die Kante der Hülle und fixieren Sie sie erneut. Entfernen Sie nach dem Trocknen die beiden Innenverstärkungen aus dem Innenrohr. Der Objektivtubus behält jetzt auch so seine runde Form.

### Abschnitt B: Der Okulartubus

Auch vom Okulartubus wird zunächst nur das Innenrohr mit der Außenhülle fertig gestellt, weil er bei der dann folgenden Montage des Haupttubus als provisorische Innensstütze benötigt wird. Die Linsenhalterung wird erst später in Abschnitt F angebracht. Anders als beim Objektivtubus ist hier die runde Außenhülle etwas länger als das eckige Innenrohr, das dadurch an einem Ende von der Außenhülle überragt wird.

**Schritt 5:** Kleben Sie das sechskantige Innenrohr des Okulartubus [B1] in gleicher Weise zusammen wie beim Objektivtubus. Schwärzen Sie die sechseckigen Rückseiten der beiden Innenverstärkungen 1 und 2 des Okulartubus [B2+B3], die vorher im Objektivtubus als provisorische Innensstützen gedient hatten, mit einem Filzstift. Kleben Sie dann in jedes Ende des Okulartubus je eine Innenverstärkung so, dass die Klebelaschen mit ihrer weißen Rückseite im Inneren des Tubus anliegen und das geschwärzte Sechseck mit dem Tubusrand genau abschließt (s. Abb. 4). Drücken Sie

die Laschen an der Tubuswand fest, z.B. mit einem Bleistift, den Sie durch das Loch im Sechseck führen.

**Schritt 6:** Lösen Sie die Außenhülle des Okulartubus [B4] aus dem Karton.

**OPTION:** Schnittkante gegenüber der Klebelasche einfärben.

Beachten Sie, dass an einer Seite der Klebelasche ein 10 mm breites, grau bedrucktes Stück durch einen Schnitt von der Klebelasche abgetrennt ist und nicht mit umgeknickt wird. Um diese 10 mm wird die Außenhülle das Innenrohr an einer Seite überragen. Biegen Sie die Außenhülle rund wie in Schritt 3, falzen Sie die Klebelasche erst vor und zurück und dann nach hinten und kleben Sie sie so auf das Innenrohr, dass der Falz genau auf einer der Kanten liegt und das mit schwarzem Leder bedruckte Ende der Außenhülle genau mit dem Ende des Innenrohrs abschließt. Auf diese Weise steht der 10 mm breite graue Rand am anderen Ende über.

**Schritt 7:** Verfahren Sie nun mit der Außenhülle des Okulartubus genau so, wie schon in Schritt 4 mit der des Objektivtubus: Bestreichen Sie die Kanten des Innenrohrs mit Klebstoff und wickeln Sie die Hülle so um das Innenrohr, dass sie auf den Kanten festkleben kann und dabei außen rund bleibt. Achten Sie darauf, dass am einen Ende die Kanten von Innenrohr und Hülle exakt miteinander abschließen, während am anderen Ende die gerundete Hülle übersteht. Fixieren Sie die Hülle beim Trocknen. Kleben Sie zuletzt auch die Endkante der Hülle fest und lassen Sie sie wieder fixiert gut trocknen.

### Abschnitt C: Das Innenrohr des Haupttubus

Auch der Haupttubus wird aus einem sechskantigen Innenrohr und einer runden Hülle zusammengebaut. Er hat jedoch einen etwas größeren Durchmesser und wird wegen seiner größeren Länge aus mehreren Segmenten zusammengesetzt.

**Schritt 8:** Falzen und kleben Sie die beiden Innenrohre des Haupttubus [C1+C2] in gleicher Weise wie schon die Innenrohre von Objektiv- und Okulartubus zu zwei sechskantigen Röhren zusammen. Beide Teile haben an einem Ende auf der Innenseite graue Markierungen. Bringen Sie bei beiden Teilen außen an diesem Ende mit einem Stift ein Markierungskreuz an, und zwar genau dort, wo innen die Klebelasche verläuft.

**Schritt 9:** Entfernen Sie die beiden runden Ausschnitte aus der Innenverstärkung 1 des Haupttubus [C3] und falzen Sie alle Laschen nach vorne. Kleben Sie die fünf ganz schwarzen Laschen mit ihren weißen Rückseiten so auf die grauen Klebeflächen der anderen fünf Laschen, dass ein kleiner sechskantiger Block entsteht (s. Abb. 5). Seine Innenfläche ist schwarz, die Außenfläche weiß. Schwärzen Sie die beiden Sechsecke an den Enden des Blockes. Verfahren Sie dann mit der Innenverstärkung 2 des Haupttubus [C4] ebenso. Gut trocknen lassen.

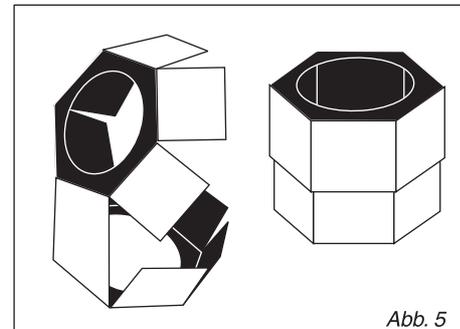


Abb. 5

**Schritt 10:** Schieben Sie ohne Verwendung von Klebstoff je eine der beiden Innenverstärkungen in die beiden Innenrohre des Haupttubus, etwa bis zur Mitte, z.B. mit Hilfe des Okulartubus.

**TIPP:** Damit sie sich im Inneren festklemmen und nicht verrutschen, biegen Sie die zusammengeklebten Laschen ein wenig nach außen.

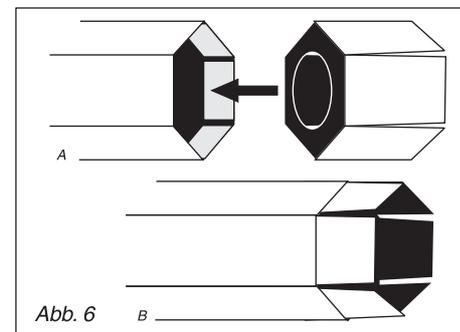


Abb. 6

**Schritt 11:** Entfernen Sie den runden Ausschnitt aus dem Verbindungsstück des Haupttubus-Innenrohres [C5], falzen Sie die sechs Laschen nach vorne und schwärzen Sie das weiße Sechseck auf der Rückseite. Schieben Sie dann das Verbindungsstück in dasjenige Ende des einen Haupttubus-Innenrohres, das innen am Rand graue Klebmarkierungen hat. Schieben Sie es mit dem Sechseck voran hinein, aber nur so tief, dass die Laschen noch zur Hälfte heraussehen. Kleben Sie die Laschen des Verbindungsstücks in dieser Position fest. Gut andrücken und gut trocknen lassen (s. Abb. 6).

**Schritt 12:** Stecken Sie das andere Rohr zunächst ohne Klebstoff auf die Klebelaschen, die aus dem anderen Innenrohr herausragen, und zwar ebenfalls mit dem Ende, das innen Klebmarkierungen hat. Achten Sie dabei darauf, dass sich die beiden Markierungskreuze (s. Schritt 8) gegenüber stehen. Ziehen Sie die beiden Rohre wieder auseinander, bestreichen Sie die

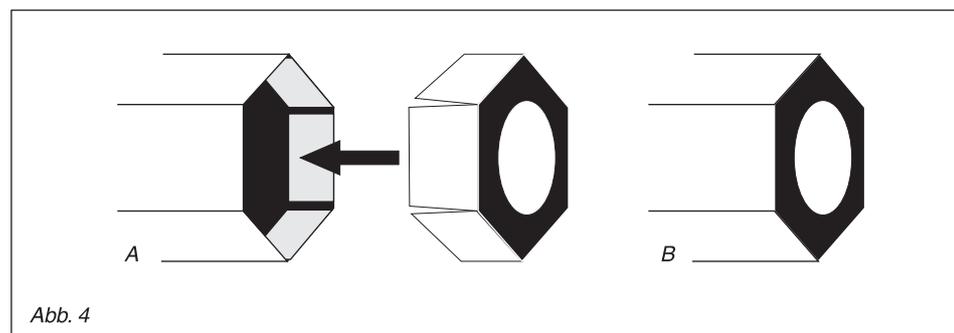


Abb. 4

Klebezeichnungen mit reichlich Klebstoff und kleben Sie die beiden Rohre in der ausprobierten Position zusammen.

**TIPP: Biegen Sie die Klebelaschen vorher etwas nach außen, damit sie sich von selber an der Innenwand festdrücken.**

Legen Sie das nunmehr über 57 cm lange Innenrohr auf eine ebene Fläche und vergewissern Sie sich, dass es ganz gerade und ohne Knick verläuft und die beiden Hälften spaltfrei aneinander stoßen. Gut trocknen lassen.

#### **Abschnitt D:**

### **Die Außenhülle des Haupttubus**

Die Außenhülle des Haupttubus besteht aus 3 gleich breiten Teilen, die ähnlich, aber nicht identisch bedruckt sind. Um sie besser unterscheiden zu können, schreiben Sie am besten vor dem Herauslösen ihre Namen und Nummern auf die Rückseite. Das mittlere Teil überdeckt die Nahtstelle zwischen den beiden Hälften des Innenrohres.

**Schritt 13:** Lösen Sie die Außenhülle für die Objektivseite des Haupttubus [C6] aus dem Karton, runden Sie sie mit Hilfe des Wickelkerns und falzen Sie die Klebelasche vor und zurück und dann nach hinten.

**OPTION: Schnittkante gegenüber der Klebelasche einfärben.**

Legen Sie die Außenhülle zur Probe ohne Kleber so um das Innenrohr, dass das rote Leder genau mit dem Ende des Innenrohres abschließt: So soll sie festgeklebt werden. Wenn das sechskantige Ende des Innenrohres nicht stabil genug erscheint, stecken Sie das graue Ende des Okulartubus ein Stück weit hinein. Kleben Sie dann die Klebelasche wie schon bei den Außenhüllen von Objektiv- und Okulartubus so auf das Innenrohr, das der Falz auf einer der Kanten liegt. Verfahren Sie dann im Weiteren so wie in Schritt 4 oder 7. Achten Sie vor allem gut darauf, dass die Kante der Außenhülle exakt mit der Kante des Innenrohres abschließt.

**Schritt 14:** Runden Sie das Mittelteil der Haupttubus-Außenhülle [C7], falzen Sie die Klebelasche und legen Sie es zunächst nur probeweise und ohne Klebstoff so um das Innenrohr, dass die Klebelasche auf der selben Kante zu liegen kommt wie die Klebelasche des schon festgeklebten Teiles. Verfahren Sie dann mit diesem mittleren Teil in gleicher Weise wie mit dem ersten. Beachten Sie dabei, dass die beiden Teile fugenlos aneinander anstoßen sollen.

**Schritt 15:** Runden und falzen Sie dann das dritte Segment, die Außenhülle für die Okularseite des Haupttubus [C8], bringen Sie es erst probeweise, dann mit Klebstoff in Position. Auch hier soll die Klebelasche an der selben Kante des Innenrohres anliegen wie bei den beiden anderen Außenhüllen-Segmenten. Sollte das sechskantige Ende des Innenrohres zu unstabil sein, stecken Sie wieder provisorisch den Okulartubus hinein. Das Ganze gut trocknen lassen.

**Schritt 16:** Zur Fertigstellung werden auf die beiden Enden, an denen die Kartonkonstruktion noch offen sichtbar ist, ringförmige Abdeckungen geklebt: Lösen Sie die beiden Haupttubus-Kantenabdeckungen 1+2 [C9+C10] aus dem Karton. Legen Sie sie probeweise auf die Enden des Haupttubus: Sie stehen zunächst außen einige Millimeter über und können so auch eine unregelmäßige Rundung noch abdecken. Bestreichen Sie an einem Ende des Haupttubus die offen sichtbaren Kartonkanten des Innenrohres und der Außenhülle mit Klebstoff und setzen Sie eine der ringförmigen Abdeckungen stumpf darauf.

**TIPP: Zum leichteren Zentrieren können Sie den Ring zunächst auf das graue Ende des Okular- oder Objektivtubus als Hilfswerkzeug schieben, diesen dann ein Stück weit in das Haupttubus-Ende stecken und den Kartonring auf die mit Klebstoff bestrichenen Kanten schieben. Vorsicht: Es soll natürlich nur die Kantenabdeckung festkleben, nicht das Hilfswerkzeug!**

Nach dem Trocknen wird der Überstand der Kantenabdeckung mit einer kleinen Schere abgeschnitten.

**OPTION: Schnittkanten einfärben.**

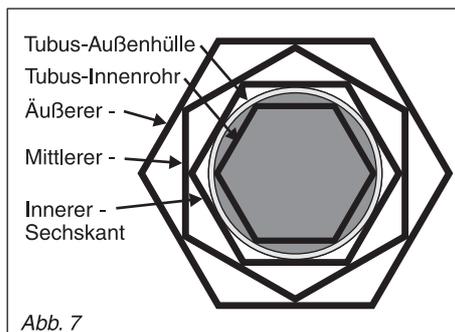
Verfahren Sie dann mit der anderen Kantenabdeckung am anderen Ende des Haupttubus genauso.

Der Haupttubus ist damit fertig gestellt.

#### **Abschnitt E:**

### **Die Linsenhalterung des Objektivtubus**

Die Linsenhalterung hat vor allem die Aufgabe, den Durchmesser des Objektivtubus zu vergrößern, damit die Objektivlinse mit ihren 42 mm Durchmesser darin Platz hat. Dies wird durch drei unterschiedlich große Sechskant-Rohrabschnitte erreicht, die aufeinander geschoben und versetzt miteinander verklebt werden. Von vorne sieht das aus wie in Abb. 7. Zum Schluss wird dann eine rund gebogene Außenhülle herum geklebt. Zum Schutz der Objektivlinse steht die Außenhülle etwas über, weshalb sie breiter ist als die Sechskant-Teile. Wie bei Galilei wird allerdings nur der innere Teil der Linse optisch genutzt.



**Schritt 17:** Lösen Sie den inneren Sechskant der Objektiv-Linsenhalterung [A3] aus dem Karton, falzen Sie alle Nutlinien nach hinten und kleben Sie die grau markierte Klebelasche hinter das gegenüber liegen-

de Ende. Es entsteht ein sechskantiger Rohrabchnitt. Verfahren Sie mit dem mittleren und dem äußeren Sechskant [A4+A5] ebenso.

**Schritt 18:** Schieben Sie den inneren Sechskant [A3] ohne Klebstoff probeweise so auf die grau Klebefläche am einen Ende des Objektivtubus, dass Tubus und Sechskant bündig sind.

**TIPP: Verwechseln Sie bitte nicht den nur 97 mm langen Objektivtubus mit dem mehr als doppelt so langen Okulartubus, der erst im nächsten Abschnitt zusammengebaut wird!**

Die Mitten der Sechskantflächen liegen nun auf dem Tubus auf und berühren ihn dabei entlang einer Linie. An diesen Berührungslinien soll der Sechskant festgeklebt werden.

**Schritt 19:** Schieben Sie ihn dazu zunächst noch weiter auf den Tubus, bis die grau markierte Fläche ganz freiliegt. Bringen Sie dann in Verlängerung der Berührungslinien nicht zu dünne Streifen von Klebstoff auf die grau Fläche auf und verdrehen Sie den Sechskant um 30°, so dass die Berührungslinien jetzt gerade zwischen den Klebstoffstreifen liegen. Schieben Sie den Sechskant wieder in seine erste Position, bis er mit dem Tubus bündig ist, wobei der Klebstoff noch nicht (oder nur kaum) mit ihm in Berührung kommt, und drehen Sie ihn wieder zurück: Jetzt sitzen die Seitenmitten des Sechskants genau auf den Klebstoffstreifen. Prüfen Sie, ob der Sechskant auch genau mit dem Tubus abschließt, z.B. durch Aufsetzen auf Ihre Arbeitsplatte, und ob er von vorne betrachtet auch wirklich ein regelmäßiges Sechseck bildet. Falls nötig kann man seine Form durch Drücken und Verschieben korrigieren.

**Schritt 20:** Schieben Sie nach dem Trocknen den mittleren Sechskant [A4] zunächst ohne Klebstoff über den inneren und verdrehen Sie ihn, bis seine Seitenmitten genau über den Kanten des inneren Sechskants liegen (s. Abb. 7). So soll er festgeklebt werden. Entfernen Sie ihn dazu noch einmal und biegen Sie seine Seitenflächen etwas nach innen, damit er ganz stramm sitzt. Bestreichen Sie die Kanten des inneren Sechskants reichlich mit Klebstoff, schieben Sie den mittleren darüber und verdrehen Sie ihn, bis er mit seinen Seiten mittig auf den Kanten des inneren sitzt. Stellen Sie wieder sicher, dass er von vorne ein regelmäßiges Sechseck darstellt und genau mit dem Tubusende und dem inneren Sechskant abschließt. Gut trocknen lassen.

**Schritt 21:** Verfahren Sie dann mit dem äußeren Sechskant [A5] genau so.

**Schritt 22:** Runden Sie die Außenhülle der Linsenhalterung des Objektivtubus [A6] durch Aufrollen auf den Wickelkern und falzen Sie die weiße Klebelasche vor und zurück und nach hinten.

**OPTION: Kante gegenüber der Klebelasche einfärben.**

Die Außenhülle ist breiter als die drei Sechskant-Teile, so dass sie vorne übersteht. Die

Klebelasche verläuft nicht über die ganze Breite, sondern ist durch einen Schnitt vom Rest abgetrennt, der nicht mit umgefaltet wird (ähnlich wie bei der Außenhülle des Okulartubus, Schritt 6). Kleben Sie in der schon mehrfach praktizierten Weise zunächst die Klebelasche auf den äußeren Sechskant und stellen Sie dabei sicher, dass sie zur Tubusmitte hin genau mit den drei Sechskant-Teilen abschließt und nach vorne hin übersteht.

**Schritt 23:** Runden Sie die Innenverkleidung der Außenhülle [A7] mit Hilfe des Wickelkernes, allerdings so, dass die bedruckte Seite innen liegt, und kleben Sie sie bündig innen auf den Überstand der Außenhülle.

**OPTION: Sichtbare schmale Kante vorher einfärben.**

Durch den Überstand ist ein vertiefter Raum entstanden, der im nächsten Schritt die Objektivlinse aufnehmen wird. Kleben Sie dann mit reichlich Klebstoff die Kantenabdeckung der Objektivlinsen-Halterung [A8] auf die Kartonkanten auf der anderen Seite. Auch diese Kantenabdeckung ist außen größer als benötigt, der Überstand wird nach dem Trocknen abgeschnitten.

**OPTION: Nach dem Abschneiden Kanten der Außenhülle einfärben.**

**Schritt 24:** Reinigen Sie beide Seiten der 42 mm großen Objektivlinse. Werfen Sie einen seitlichen Blick auf die Linsenoberflächen, so dass sich etwas in ihnen spiegelt: Die eine Seite ist plan (eben, Spiegelbilder erscheinen normal), die andere konvex (nach außen gewölbt, Spiegelbilder erscheinen verkleinert). Legen Sie die Objektivlinse zunächst probeweise mit der planen Seite voran in die Vertiefung der Linsenhalterung. Die gewölbte Seite zeigt dann nach außen, die plane Seite liegt auf den Kartonkanten des Objektivtubus und der Sechskant-Teile. Kleben Sie die Linse in dieser Position fest, indem Sie vorher Klebstoff auf den Kartonkanten anbringen. Sparen Sie aber in der Mitte den Klebstoff aus, damit er auf keinen Fall in die freie Linsenöffnung dringen kann. Falls nötig, verschieben Sie die Linse vorsichtig, damit ihre Mitte auch genau in der Tubusmitte liegt. Gut trocknen lassen.

**Schritt 25:** Kleben Sie als Letztes die äußere Objektiv-Linsenblende [A9] auf die Linse. Prüfen Sie vorher, ob sie in den Überstand der Außenhülle passt und schneiden Sie, falls nötig, am Außenrand einen umlaufenden Span ab.

**Schritt 26:** Stecken Sie den Objektivtubus in dasjenige Ende des Haupttubus, wo zwischen den Goldornamenten etwas mehr rotes Leder zu sehen ist. Er soll so tief darin stecken, dass vom schwarzen Leder des Tubus nur etwa 1 cm zu sehen ist. Sie können ihn, wenn Sie wollen, im Haupttubus festkleben. Die Scharfstellung wird später alleine über den Okulartubus erfolgen. Sollte er zu locker darin stecken, können Sie das nicht sichtbare Ende vorher mit einem Papierstreifen umkleben.

## **Abschnitt F:** **Die Linsenhalterung des Okulartubus**

*Die Linsenhalterung des Okulartubus hat einen kleineren Durchmesser als die des Objektivtubus, deshalb genügen hier zwei Sechskant-Teile.*

**Schritt 27:** Lösen Sie den inneren und den äußeren Sechskant der Okular-Linsenhalterung [B5+B6] aus dem Karton, falzen und kleben Sie sie wie im vorigen Abschnitt zu sechskantigen Rohrschnitten.

**Schritt 28:** Kleben Sie den inneren Sechskant [B5] auf das grau markierte Ende des Okularrohres und folgen Sie dabei derselben Methode wie beim Objektivtubus (Schritt 18 + 19) und kleben Sie nach dem Trocknen darüber wie in Schritt 20 den äußeren Sechskant [B6].

**Schritt 29:** Runden Sie die Außenhülle der Okular-Linsenhalterung [B7] mit Hilfe des Wickelkerns und falzen Sie die Klebelasche.

**OPTION: Kante gegenüber der Klebelasche einfärben.**

Kleben Sie die Lasche so auf den äußeren Sechskant, dass sich die Hülle nach rechts um ihn wickelt, wenn man von vorne auf die Okularhalterung blickt. Kleben Sie sie dann in der gleichen Weise fest wie schon vorher die anderen Außenhüllen.

**Schritt 30:** Streifen Sie die ringförmige hintere Kantenabdeckung der Okular-Linsenhalterung [B8] auf den Okulartubus und kleben Sie sie mit viel Klebstoff auf die offen sichtbaren Kartonkanten hinten an der Okularhalterung. Schneiden Sie nach dem Trocknen den Überstand ab.

**OPTION: Kanten einfärben.**

**Schritt 31:** Runden Sie die Innenverkleidung der Okular-Linsenhalterung [B9] mit dem Wickelkern, mit der bedruckten Seite innen, und kleben Sie sie innen in die überstehende Außenhülle des Okulartubus. Beachten Sie, dass die Kanten vorne bündig sein müssen.

**Schritt 32:** Reinigen Sie die Okularlinse und legen Sie sie zunächst ohne Klebstoff in die Vertiefung vorne an der Linsenhalterung, mit der planen (ebenen) Seite voran. Die konvexe (nach innen gewölbte) Seite zeigt nach außen, zum Auge hin. Entfernen Sie die Linse wieder, bestreichen Sie die Kartonkanten dort, wo die Linse aufsitzt, mit Klebstoff und setzen Sie die Linse wieder vorsichtig ein. Vermeiden Sie vor allem, dass Klebstoff in das Gesichtsfeld der Linse kommt. Verschieben Sie, falls nötig, die Linse vorsichtig, damit ihr Mittelpunkt genau in der Mitte der Tubusöffnung sitzt. Gut trocknen lassen.

**Schritt 33:** Prüfen Sie, ob sich die äußere Linsenblende [B11] leicht auf die Linse setzen lässt bzw. ob an der Außenkante eventuell noch etwas abgeschnitten werden muss. Kleben Sie sie dann vorsichtig mit ein paar kleinen Klebstofftropfen am Außenrand der Linse fest.

**Schritt 34:** Kleben Sie die vordere Kantenabdeckung der Okular-Linsenhalterung [B10] vorne auf die Linsenhalterung und schneiden Sie auch hier den Überstand nach dem Trocknen ab. Stecken Sie dann den Okulartubus in den Haupttubus, kleben Sie ihn aber keinesfalls darin fest.

**OPTION: Kanten einfärben.**

*Mit dem Okulartubus ist nun das ganze Teleskop fertig gestellt, und Sie können einen ersten Blick hindurch werfen. Zum Scharfstellen wird der Okulartubus durch vorsichtiges Drehen in ganz kleinen Schritten vor- und zurückgeschoben. Seien Sie nicht darüber enttäuscht, dass der Bildausschnitt so klein ist! Genau das ist eine unvermeidliche Eigenschaft von Fernrohren mit dieser Linsenanzordnung. Galileo Galilei musste vor 400 Jahren bei seinen Teleskopen mit höherer Vergrößerung sogar mit einem noch kleineren Bild auskommen. Dennoch hat er mit ihnen bahnbrechende Entdeckungen gemacht, allerdings mit Hilfe eines Stativs, so dass sich die ansonsten unmerklichen Zitterbewegungen der Hand nicht mitvergrößerten.*

**TIPP 1:** Wenn Sie das Teleskop mit ein paar Gummiringen oder mit Tesakrepp auf dem Fotostativ-Adapter (rund) von AstroMedia (Best. Nr. 258.FSR) befestigen, können Sie es auf jedem handelsüblichen Fotostativ anbringen.

**TIPP 2:** So können Sie Reflexionen im Inneren des Okulartubus noch weiter verringern: Schneiden Sie aus mattschwarzem Papier oder dünnem Samtkarton ein 188 x 76 mm großes Rechteck aus. Die schwarze Oberfläche sollte auch dann kaum Licht reflektieren, wenn man in einem flachen Winkel darauf blickt.

Rollen Sie das Rechteck zu einer zigarettendünnen Röhre von 188 mm Länge, mit der schwarzen Fläche innen, und stecken Sie es in die sechseckige Innenverstärkung des Okulartubus, an der Seite, die der Linse gegenüber liegt. Dort rollt sich die Röhre wieder auseinander, kleidet die sechskantige Innenfläche aus und reduziert so die Reflexionen.

**Ganz wichtig: Blicken Sie niemals durch ein Teleskop direkt in die Sonne, Ihre Augen werden dauerhaften Schaden erleiden! Das gilt nicht, wenn Sie einen guten Sonnenfilter vor der Objektivlinse befestigen, z.B. die BAADER AstroSolar Sonnenfilterfolie von AstroMedia ([www.astromedia.de](http://www.astromedia.de)), Bestellnr. 257.ASK.**

## Abschnitt G: Die Teleskop-Halterung

Die Halterung besteht aus 6 Teilen: Der Rückwand [D1] (an der auch der Boden und die untere Vorderseite hängt), der Vorderseite [D6] (mit der Innenwölbung, die das Teleskop aufnimmt), den beiden Verstärkungsringen [D2+D3], die zwischen Rückwand und Vorderseite geklebt werden, und den beiden Seitenteilen [D4+D5]. Die Halterung kann auf einem Tisch stehen oder an der Wand hängen. In letzterem Fall müssen die Löcher für die Aufhängung vor dem Zusammenbau auf der Innenseite verstärkt werden.

**Schritt 35:** Lösen Sie die Rückwand der Halterung [D1] aus dem Karton, schreiben Sie Ihren Namen in das dafür vorgesehene Feld und bringen Sie auf der Rückseite die Buchstabenmarkierungen A, B, C, D und E an (s. Abb. 8). Das vereinfacht den Einbau der Seitenteile

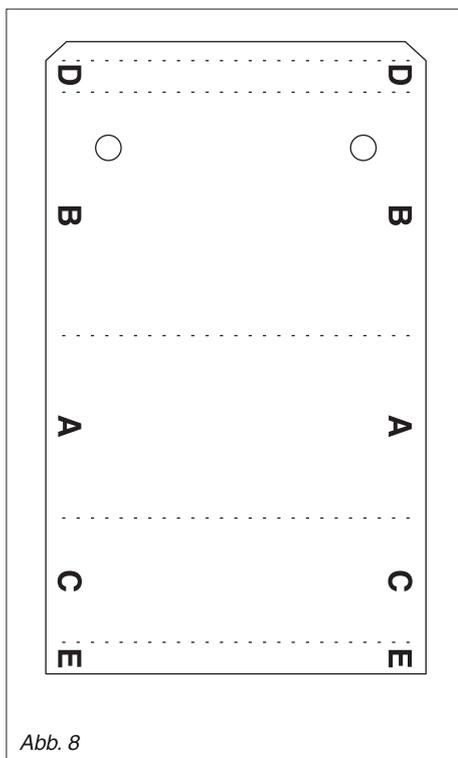


Abb. 8

**Schritt 36:** Wenn Sie die Halterung zum Hängen vorbereiten wollen, lösen Sie die beiden vorgestanzten Scheiben aus dem roten Leder, so dass Löcher für die Aufhängung entstehen. Kleben Sie dann Lochscheiben aus Metall o.ä. auf die Rückseite um die Löcher, damit der Karton nicht ausreißen kann. Die Löcher in den Lochscheiben sollten groß genug für die Nägel oder Schrauben in der Wand sein und müssen mit dem oberen Rand der Kartonlöcher genau abschließen. Falls Sie keine Wandmontage vorsehen wollen, belassen Sie die gestanzten Kartonscheiben in ihren Löchern und kleben Sie von der Rückseite ein Stückchen Klebefilm darüber, damit sie nicht herausfallen können.

**Schritt 37:** Falzen Sie alle Nutlinien der Rückwand nach hinten. Es entstehen die eigentliche Rückseite (mit dem Buchstaben "B" gekennzeichnet), der Boden ("A"), die untere Vorderseite ("C") und zwei schmale Stege ("D" und "E").

**Schritt 38:** Lösen Sie die beiden Rückwand-Verstärkungsringe [D2+D3] aus dem Karton – es sind die letzten Teile von Bogen 2. Biegen Sie die beiden Streifen rund und kleben Sie sie mit ca. 5 mm Überlappung zu Ringen zusammen, die dann einen Durchmesser von knapp 30 mm haben und 10,5 mm breit sind. Bestreichen Sie die Kanten der Ringe auf einer Seite mit viel Klebstoff und kleben Sie sie stumpf auf die Rückseite der Rückwand um die beiden Aufhängungs-Löcher. Auf ihre vorderen Kanten wird später die Vorderseite der Halterung [D6] geklebt.

**Schritt 39:** Lösen Sie das linke Seitenteil der Halterung [D4] aus dem Karton und falzen Sie alle Klebelaschen nach hinten. Die Falze der kleinen zahnförmigen Klebelaschen sollen dabei eine möglichst gleichförmige Rundung ergeben. Setzen Sie das Seitenteil zunächst probeweise ohne Klebstoff so in die linke Hälfte von Teil D1, dass jeweils die gleichen Buchstabenmarkierungen auf Seitenteil und Rückwand zueinander kommen, und kleben Sie dann die mit "A" und "B" markierten Laschen auf

dem Teil [D1] fest. Schieben Sie dabei das Seitenteil stramm in die Ecke zwischen den Kanten "A" und "B" und achten Sie darauf, dass es mit den Kanten bündig ist.

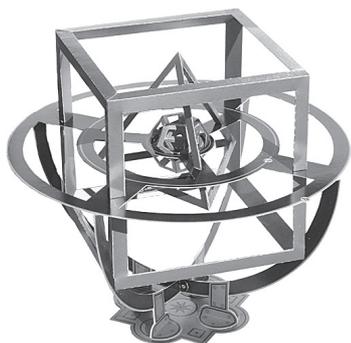
**Schritt 40:** Kleben Sie das rechte Seitenteil der Halterung [D5] mit den Laschen "A" und "B" in gleicher Weise auf die rechte Seite von Teil [D1] und kleben Sie anschließend auch die mit "C" und "D" markierten Klebelaschen auf beiden Seiten fest. Eventuell müssen Sie dafür den mit "D" gekennzeichneten Steg noch einmal scharf nachfalzen.

**Schritt 41:** Lösen Sie die Vorderseite der Halterung [D6], das letzte Teil des Bausatzes, aus dem Karton. Falzen Sie die Klebelasche nach hinten und runden Sie die unteren 5,5 cm der Vorderseite (etwa die Fläche unterhalb der Kartusche mit den Worten "Replikat..." und darüber noch einmal genau so viel) mit dem Wickelkern. Diese Rundung der Vorderseite soll den Rundungen der beiden Seitenteile entsprechen. Legen Sie das gerundete Ende zur Probe so in die Seitenteile, dass das obere Ende mit dem Galilei-Porträt gerade aufragt und die Klebelasche unter den mit "E" gekennzeichneten Steg zu liegen kommt. Kleben Sie dann zunächst die Klebelasche unter diesen mit "E" markierten Steg und lassen Sie sie trocknen. Geben Sie dann Klebstoff auf alle noch freien Klebelaschen und drücken Sie vorsichtig den Steg und die Rückwand darauf.

*Herzlichen Glückwunsch! Ihr historisches Kartonreplikat von Galileo Galileis Teleskop ist fertig, einschließlich der Halterung. Sie können mit diesem Teleskop Beobachtungen anstellen, aber das ist wegen des kleinen Gesichtsfeldes so mühselig wie es eben zu Galileis Zeiten war. Wenn Sie Lust haben, sich auch ein modernes, leistungsfähigeres Teleskop mit einer Linsenoptik nach Kepler oder einer Spiegeloptik nach Newton zu bauen, finden Sie in unserem Katalog und auf unserer Internetseite die Bausätze, die Sie dafür benötigen.*

AstroMedia\*Versand • Zuckerdamm 15  
23730 Neustadt in Holstein  
Fax 04561-52 477-74 • www.astromedia.de

## Entdecken Sie die Geschichte der Astronomie mit AstroMedia\*



Keplers Weltgeheimnis



Das Kopernikus-Planetarium



Das Newton-Spiegelteleskop

Fordern Sie jetzt unseren aktuellen **Kostenlosen Prospekt** an:

AstroMedia\*Versand • Zuckerdamm 15 • 23730 Neustadt in Holstein • Fax 04561-52 477-75 • www.astromedia.de