



Ein Okularauszug für das *Baumarkt-Teleskop* AstroMedia

Kontext

Vierhundert Jahre nach den ersten Teleskop-Beobachtungen von Galilei erklärte die UNESCO das Jahr 2009 zum « Jahr der Astronomie » und beauftragte die Internationale Astronomische Union (IAU), das Projekt [Galileoscope](http://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau0906/)¹ zu koordinieren. Anlässlich dessen veröffentlichte der Deutsche Verlag [AstroMedia](http://www.astromedia-verlag.com)² das *Baumarkt-Teleskop*³, einen Bausatz mit hochwertigen Linsen, die mit einigen einfachen HT-Abflussrohren aus dem Baumarkt ergänzt werden müssen. Nach einer kurzen Bastelzeit entsteht ein hochwertiges Teleskop zum Preis einer CD.

Die optische Qualität des Instruments ist beeindruckend, aber schon bei ersten Beobachtungen zeigen sich Schwierigkeiten bei der präzisen Einstellung der Bildschärfe. Tatsächlich hängt beim Teleskop die Erzielung eines scharfen Bildes von einer Abstandsänderung zwischen Objektiv und Okular ab, und zwar in einer Größenordnung im Millimeterbereich. Das ist beim Baumarkt-Teleskop nur schwer umzusetzen, weil das Okularzugrohr aus einer HT-Muffe mit Gummidichtung besteht, die sich nur sehr schwer am Haupttubus entlang verschieben lässt.

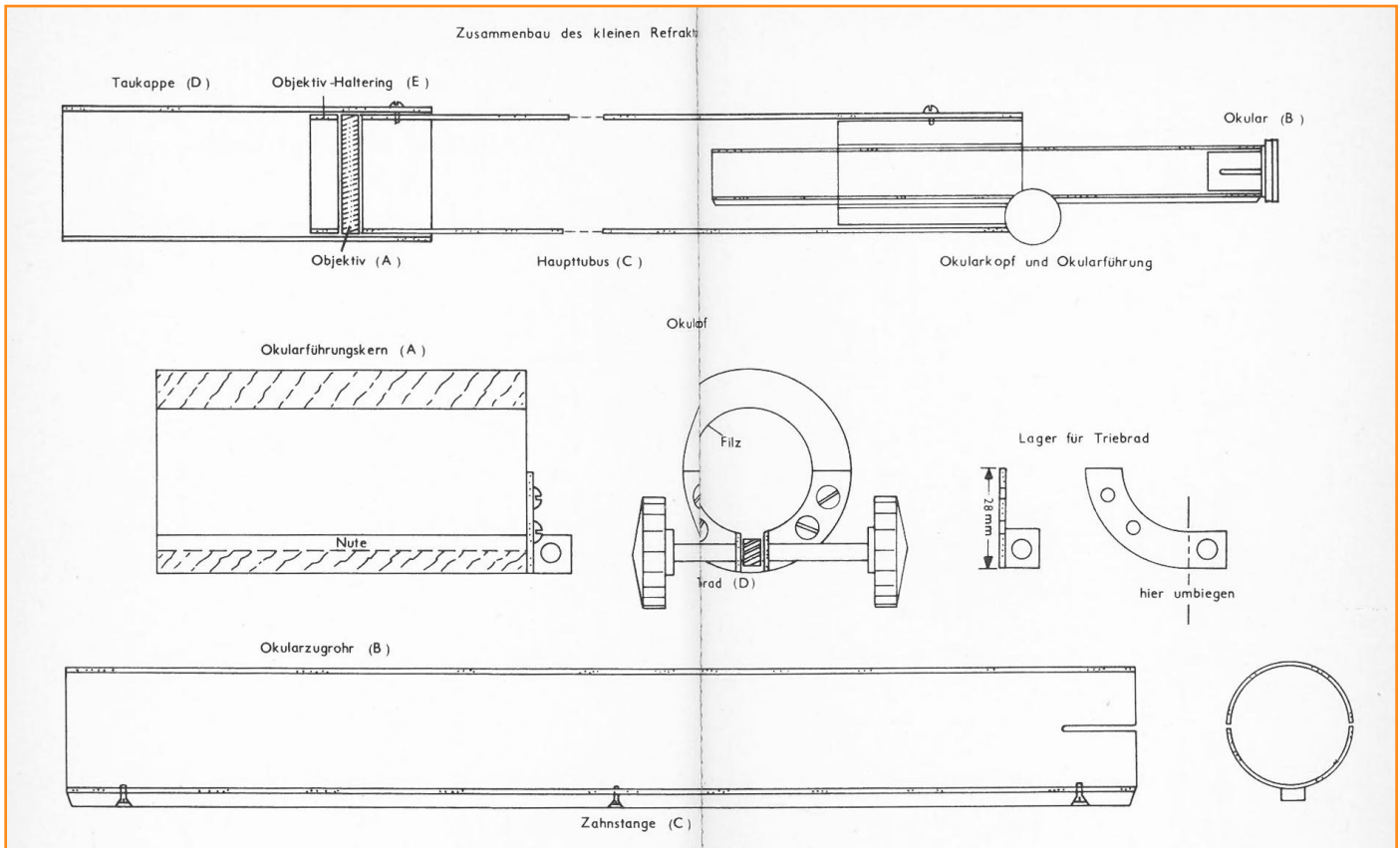
1 www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau0906/

2 www.astromedia-verlag.com

3 <https://www.astromedia-verlag.com/shop/>

Projekt

Unser Projekt möchte dazu eine Alternative anbieten : einen Okularauszug mit Zahnstangenauszug, der dem Standard von Amateurteleskopen entspricht. Dessen Prinzip ist relativ einfach (siehe Bild unten): das Okular (B, oben) wird am Ende eines Okularzugrohrs (B, unten) eingesetzt, das Dank seines Zahnstangenauszugs (C, unten) unter der Wirkung eines Getriebesystems (D, mitte) in seinen Okularführungskern (A, mitte) und damit in den Haupttubus (C, oben) gleitet.



Oberndorfer, Hans, „Fernrohr-Selbstbau, Fenster ins Weltall“, Sterne und Weltraum, München, 1985, pp. 108-109

Um dies zu erreichen, müssen einige Teile des Originalbausatzes durch drei 3D-gedruckte Elemente, ein modifiziertes Elektro-Stangenrohr und einige LEGO® Technic Bauteile ersetzt werden.

Die von uns vorgeschlagene Änderung wird an der Seite des Okulars angebracht und ersetzt einige Elemente des Originalbausatzes. Der neue Okularauszug besteht aus den folgenden Teilen:

- 1 Okularführungskern (Sonderanfertigung im 3D-Druck)
- 1 Okulartubus (Anpassung eines PVC-Stangenrohrs).
- 1 Zylinder für die beiden Linsen, aus denen das Okular besteht (Sonderanfertigung im 3D-Druck).
- 1 Satz Zahnräder (LEGO® Technic Bauteile)

Zusammenbau

Bitte beachten Sie, dass dieses Handbuch nicht die ursprüngliche AstroMedia-Bauanleitung ersetzt, in der Sie eine kurze historische Einführung, eine Liste der notwendigen Werkzeuge und eine Anleitung zur Montage des Objektivs finden.

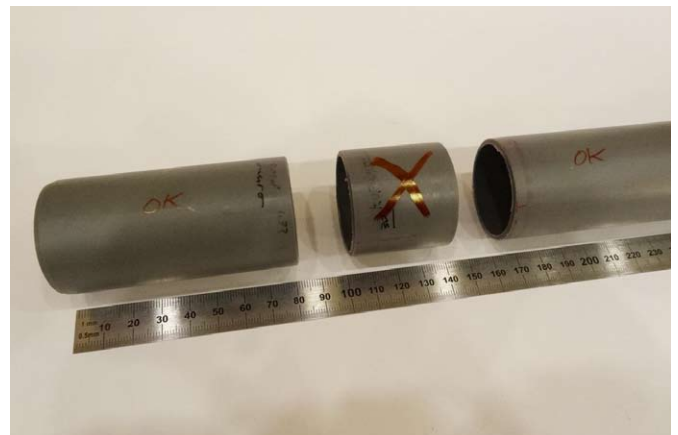
Daher wird hier nur auf die Herstellung unseres modifizierten Okularauszugs eingegangen. Der größte Teil der Arbeit besteht aus der Vorbereitung und Zusammenstellung der notwendigen Elemente, alleine der Druck der 3D-Teile benötigt ca. 5 Stunden. Die Montage ist dagegen relativ schnell und macht Spass.

Was Sie benötigen

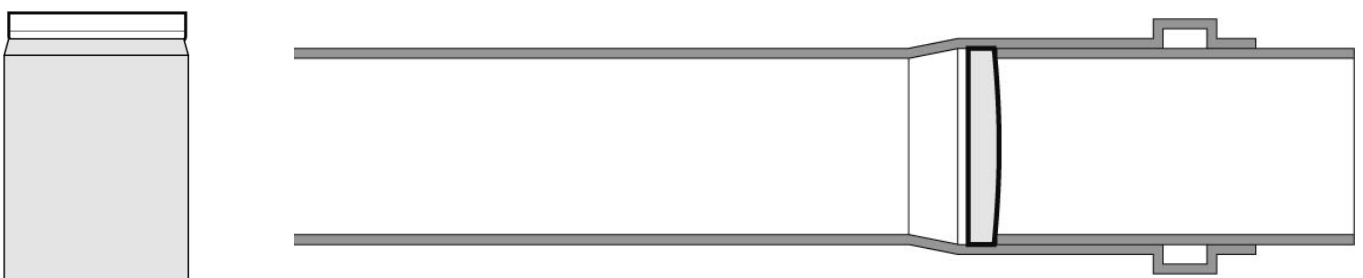
- Einen Bausatz [Baumarkt-Teleskop](#) AstroMedia;
- Ein HT-Rohr mit Steckmuffe, Durchmesser 40 mm, Normlänge 500 mm. Bitte beachten Sie, dass die beiden anderen HT-Elemente aus dem Einkaufszettel des AstroMedia-Bausatzes (HT-Überschiebmuffe und HT-Muffenstopfen) nicht erforderlich für unser Projekt sind;
- Ein PVC-Stangenrohr mit einem Durchmesser von 25 mm (nur die Seite der angeformten Muffe wird verwendet);
- Einen Okularführungskern. Dieser muss in 3D gedruckt werden (STL-Datei [hier](#) verfügbar);
- Der Zylinder für die Okularlinsen, der aus zwei 3D-gedruckten Teilen besteht (STL Dateien [vorderer Teil](#) und [hinterer Teil](#))
- Ein Satz LEGO® Technic Teile. Die Montageanleitung und Elementliste sind in der Phase 5 dieser Bauanleitung als PDF-Format verfügbar. Im Internet können Sie die Lego-Teile entweder direkt bei LEGO® über den Service „[Pick a Brick](#)“ oder über das internationale Netzwerk [Bricklink](#) kaufen.

Schritt für Schritt Bauanleitung

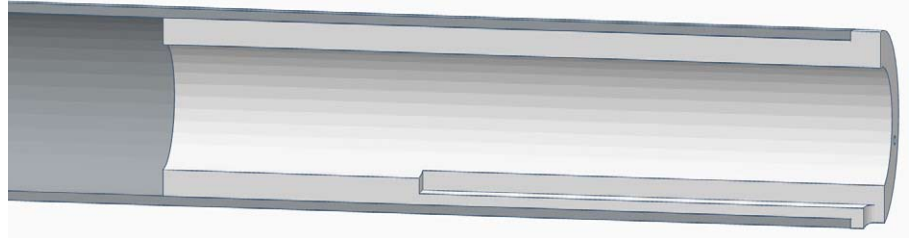
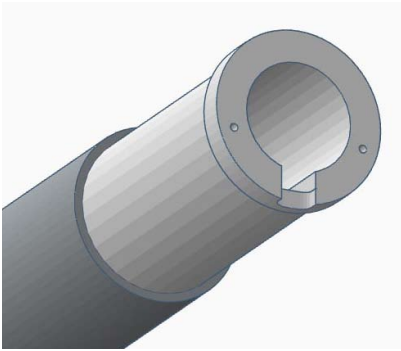
1/ Kürzen Sie das Hauptrohr (HT-Rohr) um 80 mm von der Seite ohne Muffe. Kürzen Sie das Hauptrohr an der gleichen Seite nochmals um 40 mm. Ein Rohrschneider ist ideal, aber auch eine Bügelsäge und Schleifpapier für die Endbearbeitung leisten hier gute Dienste. Der 40 mm lange Rohrabschnitt wird nicht weiter benötigt. Dieser Schritt ersetzt Schritt A1 des ursprünglichen Handbuchs, da wir ein etwas kürzeres Rohr benötigen. Es ist ratsam, die Innenseite der benutzten Rohre mattschwarz zu streichen oder mit schwarzem Papier auszukleiden, um eventuelles Restlicht zu absorbieren.



2/ Montieren Sie dann die Objektivlinse (Durchmesser 40 mm) wie in dem Schritt A2 der Originalanleitung beschrieben.



3/ Setzen Sie den mit 3D-Drucker hergestellten Okkularführungskern (STL-Datei [hier](#)) in den Haupttubus (HT-Rohr) gegenüber der Objektivlinse ein, d.h. in den Teil ohne Muffe. Es kann notwendig sein, den Okkularführungskern leicht zu schleifen, um es einführen zu können. Sollte es hingegen zu lose im Rohr sitzen, benutzen Sie etwas Klebstoff, damit es dauerhaft fixiert ist. Auf diesem Teil wird das Getriebe montiert, das ausschließlich aus LEGO® Technic Teilen besteht.

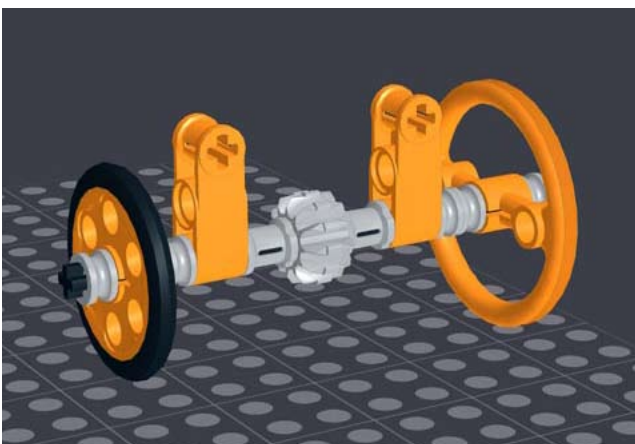


4/ Schrauben Sie die beiden LEGO Teile, die zur Befestigung des Getriebesystems dienen, wie auf den Fotos zu sehen direkt in die Vorbohrungen des Okkularführungskerns (die Fotos zeigen den Okkularführungskernprototypen, der weiß gedruckt wurde nur um die Details besser zu sehen). Wenn Sie die Vorbohrungen mit einem Gewindeschneider vorbereiten können, verwenden Sie Schrauben vom Typ M3 x 25mm, anderenfalls kleine Standardschrauben vom Typ 2,5 x 20mm.



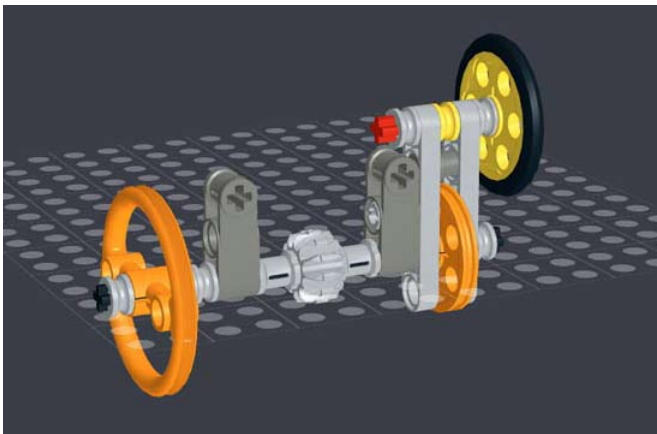
5/ Das Getriebesystem wird ausschließlich aus LEGO Teilen gebaut. Dabei sind unterschiedliche Varianten möglich. Wir haben folgendes ausprobiert (Montageanleitung und Stückliste in den zugehörigen PDF-Dateien):

- eine [sehr einfache Variante](#), ohne modifizierte Teile, aber einwandfrei funktionierend.

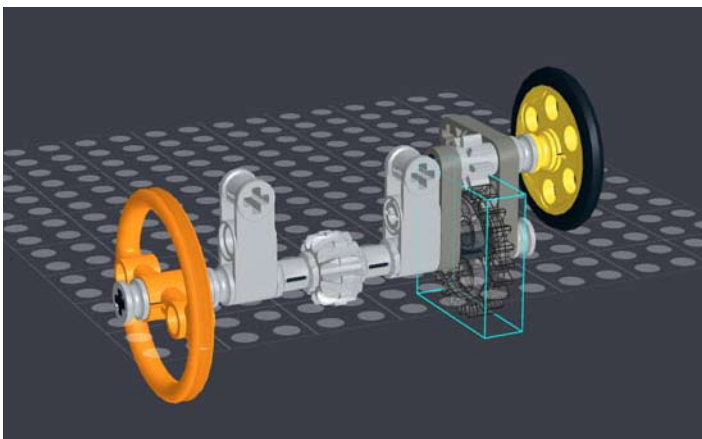


- eine kompliziertere [Variante mit Riemenscheibengetriebe](#) (Untersetzung x3), das etwas weniger stabil ist, aber dafür das Fokussieren erleichtert.

Vorsicht, dies funktioniert nur, wenn die Teile nicht zu fest (aneinander) montiert sind, und wenn der Okulartubus ohne Widerstand in den Okularführungskern gleitet (siehe nächster Schritt). Beachten Sie, dass dank dem Austausch der Riemenscheibe „Technic Wedge Belt Wheel Pulley“ (Ref. 4185) durch eine „Technic, Steering Pulley Large“ (Ref. 3736) ein Untersetzungsverhältnis von 5x erreicht werden kann.



- eine [vollendete Variante](#) (Untersetzung x3) mit zusätzlicher Befestigung am Hauptrohr. Für diese Variante sollten Sie einen speziellen Okularrohrführungskern ([STL-Datei hier](#)) verwenden. Der Druck dauert länger, das 3D-Teil ist während der Montage etwas zerbrechlich, erleichtert dann aber die seitliche Befestigung am Hauptrohr. (Diese STL-Datei entspricht der neuesten Version, die wir verbessert haben. Sie wurde jedoch noch nicht gedruckt und getestet! Über Ihre Rückmeldung dazu, werden wir uns freuen).



6/ In den so vorbereitete Okularführungskern wird das Okularrohr eingeführt. Das Okularrohr wird aus dem auf 20 cm verkürzten IRL-Rohr gefertigt, dabei muss das Ende mit dem verbreiterten Durchmesser verwendet werden. Dessen Innenraum muss ebenfalls mattschwarz gestrichen werden. Die Außenlackierung der Tube ist optional, jedoch können 2 oder 3 Schichten dabei helfen, das Rohr bei zu viel Spiel im Okularführungskern besser zu halten.



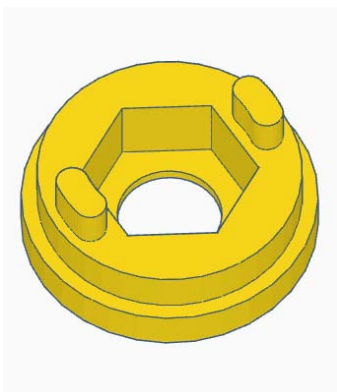
7/ Befestigen Sie die Zahnstange, ein modifiziertes LEGO® Technikteil, außerhalb dieses IRL-Rohres. Die original Zahnstange [Gear Rack 1 x 14 x 2, Ref. 18942](#) muss der Länge nach halbiert und dann geclipst oder verklebt werden.



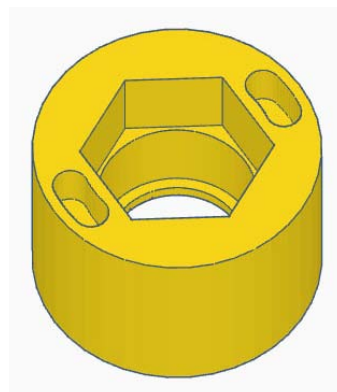
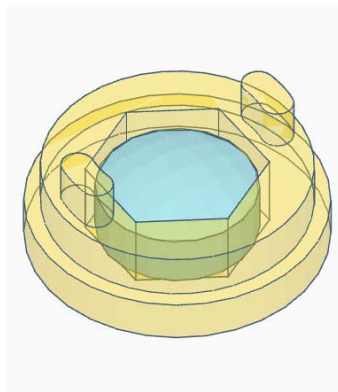
Einfacher geht es mit der flexibleren Zahnstange [Rip Cord Flexible, Ref. 16965](#) und doppelseitigem Klebeband. Dazu können Sie den entsprechenden Teil des Rohres vorher feilen, um eine flache Ablagefläche zu schaffen.



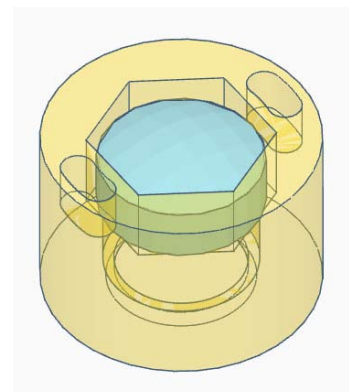
8/ Schließlich werden die beiden Linsen, aus denen das Okular besteht, montiert. Diese sind identisch, daher besteht kein Fehlerrisiko. Legen Sie die beiden Okularlinsen (Durchmesser 15 mm) entsprechend der Abbildung in die jeweilige 3D gedruckten Teile der Okularhülle (STL-Dateien, siehe unten).



Okularhülle 3D vorderer Teil ([STL-Datei](#))

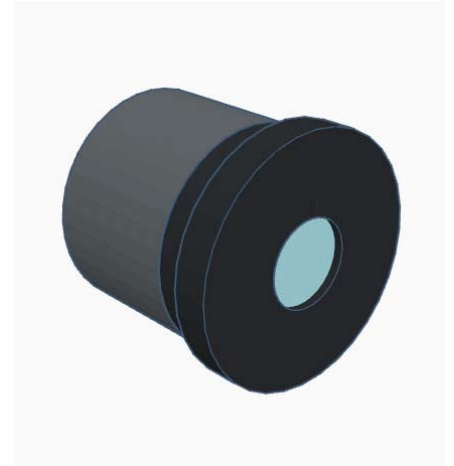
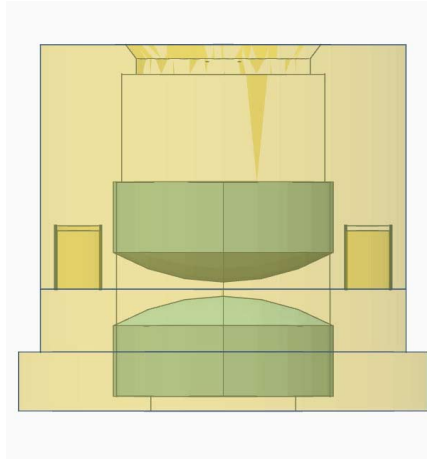
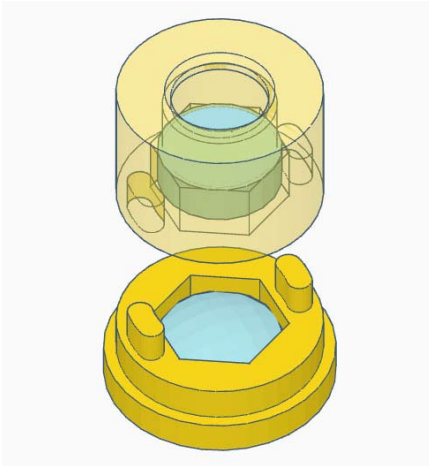


Okularhülle 3D hinterer Teil ([STL-Datei](#))



Auch wenn die Linsen grundsätzlich ungerne unter Druck stehen, ist der innere Teil der 3D-Teile etwas klein, sodass man keinen Klebstoff benutzen muss. Sollten die Linsen nicht reinpassen, bitte die Innenseite der 3D-Teile leicht abschleifen. Sobald die beiden Teile des Okularzylinders zusammengebaut sind, verwen-

den Sie Klebeband anstelle von Klebstoff, um sie miteinander zu verbinden. Dadurch kann der Außendurchmesser des Okulars an den Innendurchmesser des Stangenrohrs angepasst werden (siehe nächsten Schritt).



9/ Setzen Sie das so zusammengebaute Okular in das breitere Ende des Okularrohres ein. Dieses Okularrohr wird dann in den Okularführungskern eingeführt und kann durch das Getriebesystems leicht bewegt werden. Dies ermöglicht die präzise Fokussierung der anvisierten Objekte.



10/ Montieren Sie abschließend den Fotostativ Adapter aus Holz gemäß Schritt 11 der Baumarkt-Teleskopanleitung. Sie können jetzt Ihre ersten Beobachtungen machen!

!!! ACHTUNG: NIEMALS MIT EINEM TELESKOP ODER FERNGLAS IN DIE SONNE SCHAUEN !!!

Conclusion

Dieses Konstruktionsverfahren ist eine spielerische und spannende Möglichkeit, sich den Bereichen der Optik, Mechanik und grundsätzlich der Astronomie zu nähern. Unabhängig von solchen technischen Verbesserungsvorschlägen ermöglicht das Baumarkt-Teleskop dank seiner 30-fach Vergrößerung und hervorragenden Bildschärfe dem Benutzer, die Beobachtung der Mondkrater sowie die Entdeckung der Saturnringe und der Satelliten des Jupiters.

Diese Bilder, die sich für viele Menschen für immer ins Gedächtnis einbrennen, helfen mehr als lange Reden, ein Bewusstsein für unsere Beziehung zu Welt, Raum und Zeit zu entwickeln.



Wenn Sie sich mit dem Bau dieses Okularauszugs beschäftigen haben, zögern Sie nicht, uns über die aufgetretenen Schwierigkeiten, Ihre Verbesserungsvorschläge und ganz allgemein Ihre Erfahrungen während der Beobachtungen zu informieren. Fotos von Ihren Projekten sind ebenfalls willkommen. Sie können einen Kommentar in dem entsprechenden [Artikel](#) auf unserer Website (www.geniusitineris.net) posten.

Um uns über dieses Projekt zu kontaktieren: astronomie@geniusitineris.net

Unser besonderer Dank gilt: die Gärtner des Stadtteilgartens Schillerkiez und Meapunto für ihre weise Beratungen, Felix ([xHain hack+makespace](#), Berlin) für den Austausch rund um das Projekt und den Druck der 3D-Teile, Olivier, Kajetan und Astrid für die Übersetzung und natürlich das Team des AstroMedia Verlags.

