

# Bauanleitung: Das Taschen-Zoom-Mikroskop

## Bitte vor Beginn ganz durchlesen!

### Dieser Bausatz enthält:

9 Gestanzte Kartonteile, 4 Linsen  $\varnothing 16,5$  mm, davon 3 x Brennweite  $f + 30$  mm, 1 x  $f + 49$  mm, 1 Stück Klarsicht-PVC ca. 35 x 59,6 mm.

Wenn Sie die nachstehenden Hinweise sorgfältig beachten, werden Sie am Ende ein selbst gebautes Präzisionsinstrument in der Hand halten, das es ohne Weiteres mit vielfach teureren gekauften Instrumenten aufnehmen kann. Die computerberechnete Anordnung der vier Linsen wurde dankenswerter Weise von Wolfgang Busch, Ahrensburg, für dieses Taschen-Zoom-Mikroskop erstellt.


### Tipps für einen erfolgreichen Zusammenbau:

**1** Die Bauanleitung ist mehrere Schritte unterteilt. Lesen Sie jeden Schritt ganz durch, bevor Sie ihn ausführen, und lassen Sie sich Zeit, vor allem beim Trocknen des Klebstoffs.

### **2** Das benötigen Sie noch für den Zusammenbau:

- Ein scharfes Messer, um die Haltestege zwischen den gestanzten Teilen und der Kartonplatte zu durchtrennen
- Einen lösungsmittelhaltiger Alleskleber für die Kartonteile (trocknet schnell und welt den Karton nicht) und einen lösungsmittelfreien Bastelkleber zum Befestigen der Linsen, die durch frei werdendes Lösungsmittel beschädigt werden könnten
- Einen kleinen, sauberen Pinsel, um die Kartonteile und die Linsen vor dem Zusammenbau von Staub zu befreien
- Etwas Klebefilm
- Einen schwarzen Filzstift, mit dem Sie die Innenkanten der Blenden schwärzen können

**3** Jedes Teil ist durch seinen Namen und eine Nummer gekennzeichnet, z.B. **A2**.

**4** Flächen, die verklebt werden, sind grau bedruckt. Ein Symbol zeigt an, welches andere Teil an diese Stelle geklebt werden soll, z.B. **A2**. Wo das Teil mit sich selber verklebt wird, steht dieses Symbol: .

**5** Alle genuteten Linien werden „nach hinten“ gefalzt, d.h. weg von mir, wenn ich auf die Karton-Vorderseite blicke.

**6** Achten Sie beim Verkleben der Linsen darauf, dass kein Klebstoff ins Sehfeld quellen kann.

**7** Vermeiden Sie Klebstoffäden, die sich in den Lichtgang oder gar über die Linsen legen können. Ersatzlinsen finden Sie im Internet unter [www.astromedia.de](http://www.astromedia.de).

## A. Der Objektivtubus

*Der Objektivtubus ist der Träger der zum Objekt gewandten Optik, die aus zwei zu einem Block verbundenen Linsen besteht. Der Objektivtubus steckt verschiebbar im Okulartubus, wodurch unterschiedliche Vergrößerungen ermöglicht werden.*

**Schritt 1** Lösen Sie den Objektivtubus [A1] aus dem Karton, falzen Sie alle Nute nach hinten und kleben Sie das Teile zu einer sechskantigen Röhren („Tubus“) zusammen.

**Schritt 2** Lösen Sie bei der Objektivtubus-Blende [A2] die kleine runde Scheibe aus der Mitte des Sechsecks, falzen Sie alle Laschen nach hinten und schwärzen Sie die Kartonkanten. Schieben Sie das Teil zunächst ohne Klebstoff mit dem Sechseck voran in das je-

nige Ende des Objektivtubus, in dessen Nähe „40x“ als Vergrößerungsfaktor aufgedruckt ist, und zwar so tief, bis die Laschen genau bündig mit dem Rand sind. Dadurch sitzt jetzt das Loch der Blende 6 mm tief im Objektivtubus. Entfernen Sie die Blende wieder, befreien Sie beide Teile von Staub und Klebstoffäden, bringen Sie am Innenrand des Objektivtubus etwas Klebstoff an und kleben Sie die Blende wie vorher ausprobiert fest.

*Die Blende hat neben der optischen auch eine stabilisierende Funktion für den Objektivtubus. Am anderen Ende wird er durch das 2-linsige Objektiv stabilisiert.*

### Schritt 3

Alle 4 Linsen sind plankonvexe Linsen, d.h. die eine Seite ist flach, die andere hat eine nach außen gehende Wölbung. Drei von Ihnen sind gleich, erkennbar daran, dass sich rund um die Wölbung ein schmaler flacher Bereich und am Rand zwei kleine eckige Markierungen befinden. Diese drei Linsen haben die Brennweite  $f + 30$  mm (Artikel Nr. 304.OM3), die vierte hat  $f + 49$  mm (Artikel Nr. 305.OM4). Sie können die Unterschiede der Linsen auch daran feststellen, dass sie ein Objekt innerhalb des Abstandes der Brennweite scharf abbilden, wenn man sie direkt vor das Auge hält. Bei der Linse mit  $f + 49$  ist dieser Abstand größer.

Das Symbol für die Brennweite „ $f$ “ steht für lateinisch „focus“. Linsen mit nach außen gehender Wölbung nennt man „konvex“, sie sammeln das Licht und vergrößern. Ihre Brennweite wird mit „+“ gekennzeichnet. Linsen mit nach innen gehender Wölbung nennt man „konkav“, sie zerstreuen und verkleinern. Ihre Brennweite wird mit einem „-“ gekennzeichnet.

### Schritt 4

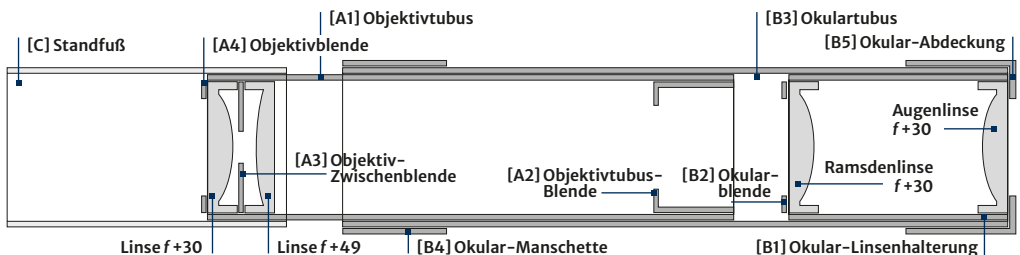
Schwärzen Sie die Kartonkanten der Objektiv-Zwischenblende [A3]. Entfernen Sie von einer der Linsen mit  $f + 30$  mm durch vorsichtiges Blasen und mit Hilfe des Pinsels allen Staub und legen Sie sie mit ihrer **flachen Seite** auf die Arbeitsfläche, so dass die **gewölbte Seite nach oben** zeigt, und darauf die Objektivblende. Entstauben Sie dann die eine Linse mit  $f + 49$  mm und legen Sie sie mit der **gewölbten Seite nach unten** auf die Objektivblende. Jetzt bilden die beiden Linsen einen kleinen, etwa 7,5 mm hohen Stapel, in dessen Mitte sich die Objektivblende befindet (siehe Skizze).



Linse  $f + 49$   
Zwischenblende  
Linse  $f + 30$

Die gewölbten Seiten der beiden Linsen sind der Blende zugekehrt, die flachen Seiten liegen außen. Kleben Sie an 2 oder 3 Stellen kleine Stücke Klebefilm auf die Kante des Stapels und schneiden Sie eventuell überstehenden Klebefilm ab.

*Die Linsen bilden zusammen das Objektiv des Mikroskops, die zum beobachteten Objekt gewandte Optik. Die Kombination von Linsen bewirkt eine Farbkorrektur, eine einzelne Linse würde Farbsäume erzeugen („chromatische Aberration“). Die Brennweite von Linsen mit einer gleichmäßigen Krümmung ist am Rand immer etwas kürzer als in der Mitte, was zu einem außen leicht unscharfen Bild führt („sphärische Aberration“). Die Blende sorgt da für Abhilfe: Sie beschränkt die optische Wirkung der Linsen auf die Mitte und verbessert so die Bildschärfe.*



Schnittzeichnung durch das Taschen-Zoom-Mikroskop

**Schritt 5** Überprüfen Sie noch einmal, ob die Außenflächen des Objektivs staubfrei sind, und legen Sie es so auf Ihre Arbeitsfläche, dass die **Linse mit  $f + 30$  mm unten** und die **Linse mit  $f + 49$  mm oben** liegt. Bringen Sie an dem noch offenen Ende des Objektivtubus innen etwas lösungsmittelfreien Klebstoff an, und zwar jeweils in der Mitte der sechs Tubusflächen. Stülpen Sie ihn dann über den Linsenblock des Objektivs, bis dieser ganz im Tubus steckt und die Fläche der  $f + 30$  mm Linse bündig mit der Tubuskante ist.

*Das Objektiv klemmt jetzt im Tubusende, wird dort vom Klebstoff fixiert und stabilisiert so den Objektivtubus.*

*Damit zwischen Tubus-Ecken und Linsen kein Licht eindringen kann, muss eine Blende darüber geklebt werden:*

**Schritt 6** Entfernen Sie die Scheibe in der Mitte der Objektivblende [A4] und schwärzen Sie die Kanten. Um Sie vor das Objektiv zu kleben, geben Sie auf jede der sechs Ecken des Tubus einen kleinen Klebstofftropfen neben die Linse und setzen dann die Blende darauf.

## B. Der Okulartubus

*Der Okulartubus ist der Träger der zum Auge hin gewandten Optik und enthält ein Ramsden-Okular, benannt nach seinem Erfinder, dem englischen Optiker Jesse Ramsden (1735–1800). Es besteht aus zwei gleichen Linsen, die mit ihren gewölbten Seiten zueinander gerichtet sind und auf diese Weise gegenseitig die Farbfehler korrigieren, die jeder Einzelinse anhaften („chromatische Aberration“).*

**Schritt 7** Falzen Sie die Okular-Linsenhalterung [B1] und kleben Sie sie zu einer sechskantigen Röhre, mit der geschwärzten Seite innen.

**Schritt 8** Entfernen Sie bei der Linsenhalterung und auch den beiden letzten Linsen  $f + 30$  mm allen Staub und legen Sie die Linsen mit der **flachen Seite nach unten** nebeneinander auf Ihre Arbeitsfläche. Bringen Sie am einen Ende der Okular-Linsenhalterung innen am Rand etwas Klebstoff an, entfernen Sie ggf. alle Klebstofffäden und stülpen Sie sie über die eine der beiden Linsen, bis ihre flache Seite bündig mit dem Rand der Halterung ist. Verfahren Sie dann mit dem anderen Ende und der anderen Linse genau so.

*Die beiden Linsen haben jetzt einen inneren Abstand von 20 mm und bilden zusammen mit ihrer Halterung das Okular, die dem Auge zugewandte Optik.*

**Schritt 9** Blicken Sie nacheinander durch die beiden Enden der Okular-Linsenhalterung. Sie sehen die Oberfläche der jeweils gegenüber liegende Linse wie durch eine Lupe, auch eventuell noch vorhandene Staubkörnchen. Schreiben Sie neben die Linse, durch welche Sie das beste Bild mit den wenigsten Staubkörnchen sehen, ein **A**, weil dies später die Augenlinse sein wird, und neben die andere Linse ein **R** (für Ramsden-Linse).

**Schritt 10** Entfernen Sie die Scheibe in der Mitte der Okularblende [B2] und schwärzen Sie die Kanten. Sie wird vor die Ramsden-Linse geklebt, damit auch dort an den Ecken des Tubus kein Licht einfallen kann. Geben Sie dazu wieder auf jede der sechs Ecken einen kleinen Klebstofftropfen neben die Linse und setzen Sie dann die Blende darauf.

**Schritt 11** Falzen und kleben Sie den Okulartubus [B3] zu einer sechskantigen Röhre.

**Schritt 12** Falzen Sie die Manschette [B4] und kleben Sie sie an das dafür gekennzeichnete Ende des Okulartubus.

**Schritt13**

Schieben Sie das mit **R** bezeichnete und mit einer Linse und einer Linse beklebte Ende der Okular-Linsehalterung zur Hälfte in dasjenige Ende des Okulartubus, das der Manschette gegenüber liegt. Geben Sie dann etwas Klebstoff auf den noch herausragenden Teil der Linsehalterung und schieben Sie sie ganz hinein, bis ihr Ende mit dem Rand des Okulartubus bündig ist. Achten Sie darauf, dass kein am Rand evtl. austretender Klebstoff auf das Sehfeld der Linse gelangt.

**Schritt14**

Schieben Sie die Öffnung des Okulartubus auf dasjenige Ende des Objektivtubus, in dem sich die Objektivtubus-Blende befindet (gegenüber den Objektivlinsen). Entfernen Sie die Scheibe aus der Mitte der Okularabdeckung [B5], falzen Sie alle 6 Laschen nach hinten und kleben Sie sie auf das dafür gekennzeichnete Ende des Okulartubus. Es genügt, wenn Sie nur die Laschen an den Tubuswänden festkleben und nicht das Sechseck.

Wenn sie sich zu leichtgängig verschieben lässt, kann man sie vorher etwas zusammendrücken, dann klemmt sie ein bisschen mehr.

**Jetzt ist Ihr Taschen-Zoom-Mikroskop fertig.  
Herzlichen Glückwunsch!**

**Und so benutzen Sie Ihr Mikroskop:**

Schieben Sie das Mikroskop zunächst ganz zusammen (20-fache Vergrößerung) und ziehen Sie den Standfuß etwas heraus. Stellen Sie das Mikroskop auf das Objekt und sorgen Sie für gute seitliche Beleuchtung (Schreibtischlampe, Taschenlampe, Handy-Lampe etc.). Blicken Sie durch das Okular und verändern Sie den Abstand zum Objekt, indem Sie den Fuß vorsichtig etwas weiter herausziehen oder hereinschieben, bis das Bild ganz scharf ist. Für höhere Vergrößerungen bis 40-fach ziehen Sie das Mikroskop auseinander und verfahren dann genau so. Generell gilt, dass mit zunehmender Vergrößerung der Abstand des Objektivs vom Objekt kleiner wird.

*Klaus Hünig*

**C. Der Standfuß**

*Der höhenverstellbare Standfuß besteht aus einer sechseckigen Röhre aus transparentem Kunststoff. Der Objektivtubus lässt sich im Standfuß auf- und abschieben, um das Bild scharf einzustellen. Durch die transparenten Seiten kann das Objekt beleuchtet werden.*

**Schritt15**

Legen Sie das Stück Klarsicht-PVC auf die Nut-Schablone, prüfen Sie, ob die Außenmaße stimmen und schneiden Sie es ggf. zurecht. Legen Sie es dann genau auf das Rechteck, sichern Sie es evtl. mit einem Stück Klebefilm gegen Verrutschen und nutzen Sie die Folie entlang der gestrichelten Linien mit einem Lineal und einem stumpfen Messer oder einer leeren Kugelschreibermine. Falzen Sie die Folie zu einer sechskantigen Röhre, verbinden Sie die Enden mit Klebefilm und schieben Sie dann diese Röhre über die Objektivlinsen auf den Objektivtubus.

**AstroMedia** ✨

**Naturwissenschaften und  
Technik erlebbar machen  
und verstehen.**

[www.astromedia.de](http://www.astromedia.de)