

Bauanleitung. Bitte vor Beginn ganz durchlesen.

Dieser Bausatz enthält: 9 Gestanzte Kartonteile, 3 Linsen $f +30$ mm, 1 Linse $f +49$ mm, 1 Stück Klarsicht-PVC 35 x 59,6 mm, 1 Nutschablone.

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 4 OPTI*Media Linsen hat Wolfgang Busch, Ahrensburg, für dieses Taschen-Zoom-Mikroskop freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

1. Lassen Sie sich Zeit, vor allem beim Trocknen des Klebstoffs.
2. Sie benötigen für den Zusammenbau ein scharfes Messer, um die Haltestege zwischen den gestanzten Teilen und der Kartonplatte zu durchtrennen, einen guten Alleskleber (lösungsmittelhaltiger Klebstoff weilt den Karton nicht, trocknet schneller und befestigt die Acrylglas-Linsen sicherer als Klebstoff auf Wasserbasis), einen kleinen, sauberen Pinsel, um die Kartonteile und die Linsen vor dem Zusammenbau von Staub zu befreien, etwas Klebefilm und einen schwarzen Filzstift, mit dem Sie die Innenkanten der Blenden schwärzen können.
3. Alle genuteten Linien werden "nach hinten" gefalzt, d.h. weg von mir, wenn ich auf die Karton-Vorderseite blicke.
4. Achten Sie beim Verkleben der Linsen darauf, dass kein Klebstoff ins Sehfeld quellen kann.
5. Vermeiden Sie Klebstoffäden, die sich in den Lichtgang oder gar über die Linsen legen können. Ggf. erhalten Sie Ersatzlinsen bei AstroMedia* über www.astromedia.de oder Tel. 0201-63497-60, Bestell-Nr. 304.OM.3 ($f +30$ mm) und 305.OM.4 ($f +49$ mm).

Schritt 1: Lösen Sie den Objektivtubus [A1] und den Okulartubus [A2] aus dem Karton, falzen Sie alle Nute nach hinten und kleben Sie die Teile zu 2 unterschiedlich langen, sechskantigen Röhren ("Tuben") zusammen.

Schritt 2: Lösen Sie bei der Objektivtubus-Blende [B1] 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 dasjenige Ende des Objektivtubus [A1], in dessen Nähe "40 x" 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 2linsige 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 (OPTI*Media Nr. 304.OM.3), die vierte $f +49$ mm (OPTI*Media Nr. 305.OM.4). Sie können die Unterschiede der Linsen auch daran unterscheiden, dass sie ein Objekt innerhalb des Abstandes der Brennweite scharf abbilden, wenn man sie direkt vor das Auge hält. Bei der Linse $f +49$ 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 Objektivblende [B2]. 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. Ist die Blende nun beidseitig mit Linsen besetzt, so haben Sie ein 7,5-fach vergrößerndes Mikroskop.

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). 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 Blende zwischen den Linsen beschränkt ihre optische Wirkung auf die Mitte und verbessert so die Bildschärfe. 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").

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 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.

Schritt 6: Säubern Sie den Okulartubus [A2] und, was hier besonders wichtig ist, auch die beiden letzten Linsen $f +30$ mm vorsichtig und gründlich von Staub und legen Sie die Linsen mit der **flachen Seite nach unten** nebeneinander auf Ihre Arbeitsfläche. Bringen Sie an einem Ende des Okulartubus etwas Klebstoff innen am Rand an und stülpen Sie den Okulartubus über die eine der beiden Linsen, bis ihre flache Seite bündig mit dem Tubusrand ist. Verfahren Sie dann mit dem anderen Ende des Okulartubus und der anderen Linse genau so.

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

Schritt 7: Blicken Sie nacheinander durch die beiden Enden des Okulartubus. 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).

Eine Anordnung zweier Linsen mit gleicher Brennweite zu einem farbkorrigierten Okular wurde im 18. Jhd. in England von Jesse Ramsden erfunden und heißt nach ihm Ramsden-Okular.

Schritt 8: Entfernen Sie die Scheiben in der Mitte beiden Linsenblenden [C1] und [C2] und schwärzen Sie die Kanten. Kleben Sie vorsichtig je eine Linsenblende vor das Objektiv und vor die Ramsden-Linse. Geben Sie dazu auf jede der sechs Ecken des Tubus einen kleinen Klebstofftropfen neben die Linse und setzen Sie dann die Blende darauf.

Die Linsenblenden verhindern, dass Licht durch die Ecken der Tubusöffnung einfallen kann.

Schritt 9: Falzen und kleben Sie den Manteltubus [D1] zu einer sechskantigen Röhre.

Schritt 10: Schieben Sie das mit **R** bezeichnete und mit einer Linsenblende beklebte Ende des Okulartubus zur Hälfte in dasjenige Ende des Manteltubus, an dem "*Hierhin kommt die Okularabdeckung*" und steht. Geben Sie dann etwas Klebstoff auf den noch herausragenden Teil des Okulars und schieben Sie es ganz hinein, bis sein Ende mit dem Rand des Manteltubus bündig ist. Beachten Sie dabei, dass kein am Rand austretender Klebstoff auf das Sehfeld der Linse gelangt.

Schritt 11: Schieben Sie die Öffnung des Manteltubus auf dasjenige Ende des Objektivtubus, in dem sich die Objektivtubus-Blende befindet. Entfernen Sie die Scheibe aus der Mitte der Okularabdeckung [D2] und falzen Sie alle 6 Laschen nach hinten. Kleben Sie die Okular-Abdeckung auf das dafür gekennzeichnete Ende des Manteltubus. Es genügt, wenn Sie nur die Laschen festkleben und nicht das Sechseck.

Schritt 12: Falzen Sie die Manteltubus-Manschette [D3] zu einem sechseckigen Ring und kleben Sie ihn auf das gekennzeichnete Feld, so dass sie mit dem Manteltubus bündig abschließt.

Schritt 13: Legen Sie das 35 x 59,5 mm große Stück Klarsicht-PVC auf die Nut-Schablone und nutzen Sie die Folie entlang der gestrichelten Linien mit einem Lineal und einem stumpfen Messer oder einer leeren Kugelschreibermine. Sichern Sie sie falls nötig mit etwas Klebefilm gegen Verrutschen. Falzen Sie die Folie zu einer sechskantigen Röhre und verbinden Sie die Enden mit Klebefilm. Schieben Sie dann diese Röhre auf den

einem stumpfen Messer oder einer leeren Kugelschreibermine. Sichern Sie sie falls nötig mit etwas Klebefilm gegen Verrutschen. Falzen Sie die Folie zu einer sechskantigen Röhre und verbinden Sie die Enden mit Klebefilm. Schieben Sie dann diese Röhre auf den Objektivtubus. Wenn sie sich zu leichtgängig verschieben lässt, kann man sie vorher etwas zusammendrücken, dann klemmt sie ein bisschen mehr.

Dieser Tubus aus PVC dient als höhenverstellbarer Standfuß, mit dem das Mikroskop auf das zu betrachtende Objekt festgestellt wird. Durch die transparenten Seiten kann es beleuchtet werden.

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

Und so benutzen Sie Ihr Mikroskop:

Schieben Sie zunächst das Mikroskop ganz zusammen (20fache Vergrößerung) und ziehen Sie den Standfuß etwas heraus. Stellen Sie das Mikroskop auf das Objekt und sorgen Sie für gute seitliche Beleuchtung (Schreibtischlampe, Taschenlampe, Mikro-LED Weißlichtlampe). 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 40fach ziehen Sie das Mikroskop auseinander und verfahren dann genau so. Generell gilt, dass mit zunehmender Vergrößerung der Abstand des Objektivs vom Objekt kleiner wird.