

# Wir bauen ein Teleskop



PD Dr. Werner Becker

Max-Planck Institut für extraterrestrische Physik

Garching bei München

[web@mpe.mpg.de](mailto:web@mpe.mpg.de)

<http://www.xray.mpe.mpg.de/~web>



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

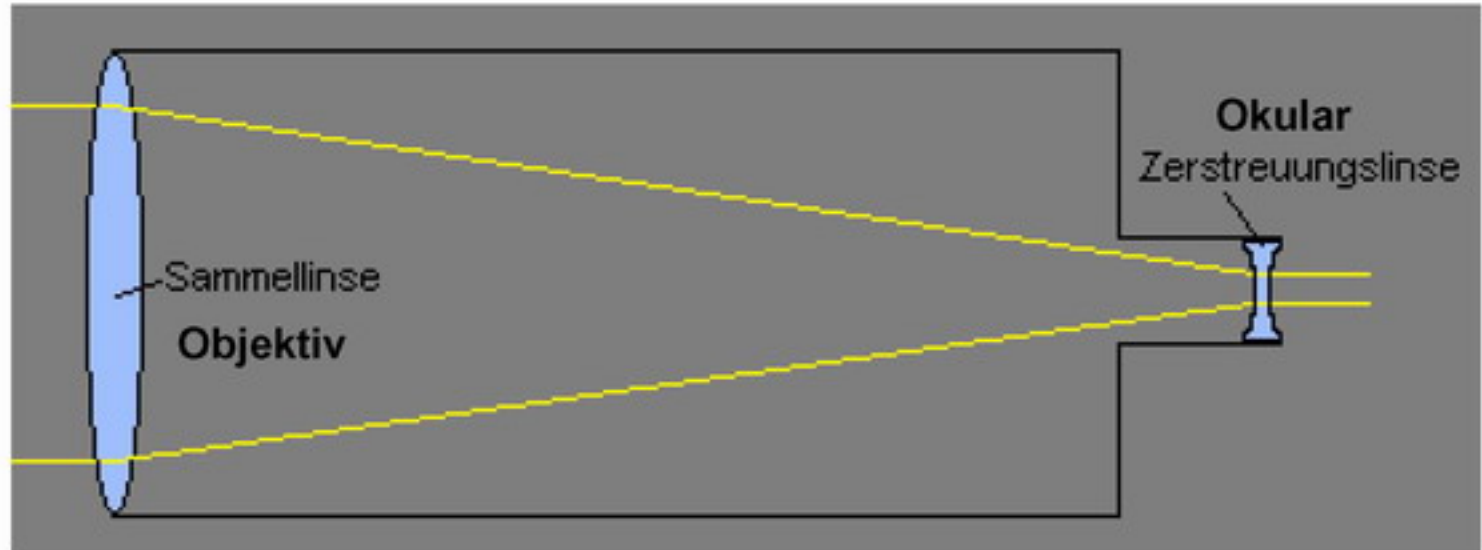
# Erfindung des Fernrohrs



- **Geschliffene Linsen aus Bergkristall** und anderen Edelsteinen gab es schon vor über 2000 Jahren, aber das Teleskop (griechisch: „Fern-Seher“) wurde erst um das Jahr 1609 erfunden, und zwar **von den Kindern eines holländischen Brillenmachers**.
- Sie spielten mit den Brillengläsern des Vaters, und hielten eine **verkleinernde, nach innen gewölbte Linse (Zerstreuungslinse)** direkt vor das Auge und **eine vergrößernde, nach außen gewölbte (Sammellinse)** in einigem Abstand davor. Zu ihrer großen Überraschung konnten sie jetzt entfernte Dinge viel näher sehen.

# Das Holländische-Teleskop

Dieses Teleskop hatte eine **Sammellinse als Objektiv** und eine **Zerstreuungslinse als Okular**. Das Fernrohr zeigt ein aufrecht stehendes, eher kleines Bild von begrenzter Qualität. Deshalb werden heute fast alle Linsenteleskope nach einem anderen Prinzip gebaut, das **Johannes Kepler** als erster beschrieben hat.



# Das Galilei-Teleskop

---

**Galileo Galilei** richtete 1610 als erster Forscher ein Fernrohr (mit 30-facher Vergrößerung) gegen den Himmel und Entdeckt viele Sterne der Milchstraße die er zuvor nicht sehen konnte.

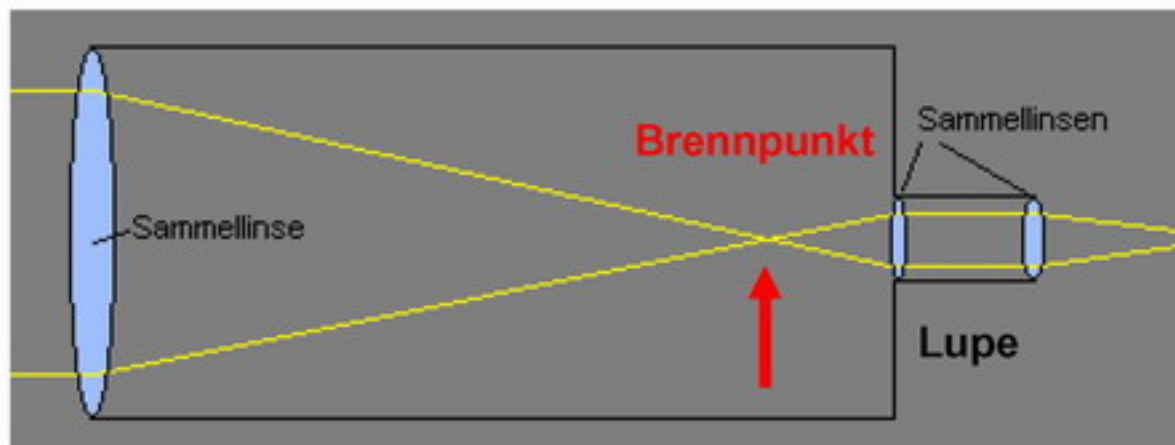
Er entdeckt die **Monde des Jupiters** und die **Phasen der Venus** und bewies, dass das heliozentrische Weltbild richtig ist!

Die Kirche verbietet ihm seine Erkenntnisse zu verbreiten und erteilt ihm Hausarrest bis an sein Lebensende.



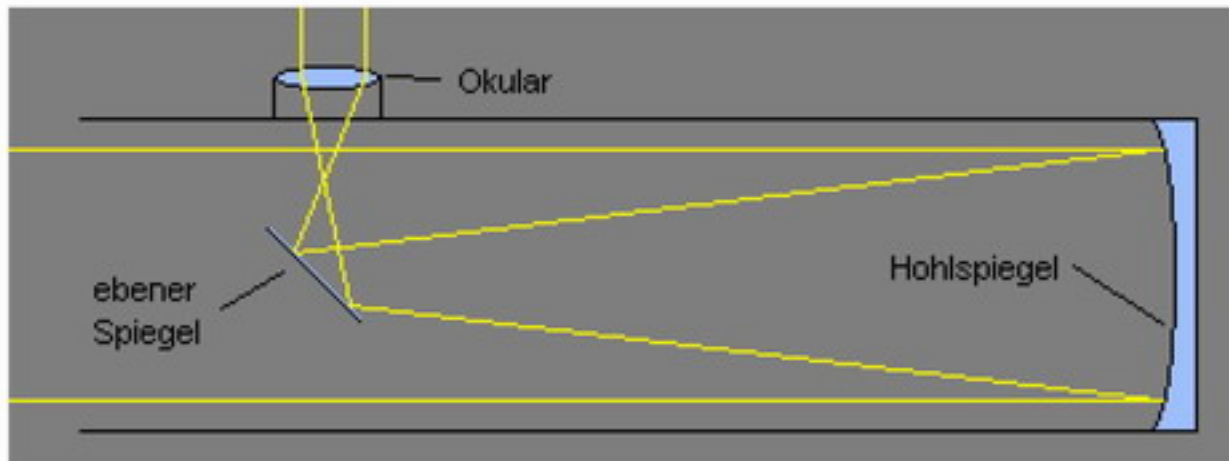
# Das Kepler-Teleskop

Das **Kepler Teleskop** ist genauso wie das Galileische ein **Linsenteleskop**. Allerdings verwendete Kepler als **Okular** eine nach dem Brennpunkt eingebaute **Sammellinse**. Das Bild ist schärfer und größer, was für Himmelsbeobachtungen wichtig ist. Es steht zwar auf dem Kopf, was für den astronomischen Gebrauch keine große Rolle spielt. Später baute er das Okular aus zwei Sammellinsen, wodurch das Bild noch wesentlich schärfer und kontrastreicher wurde.



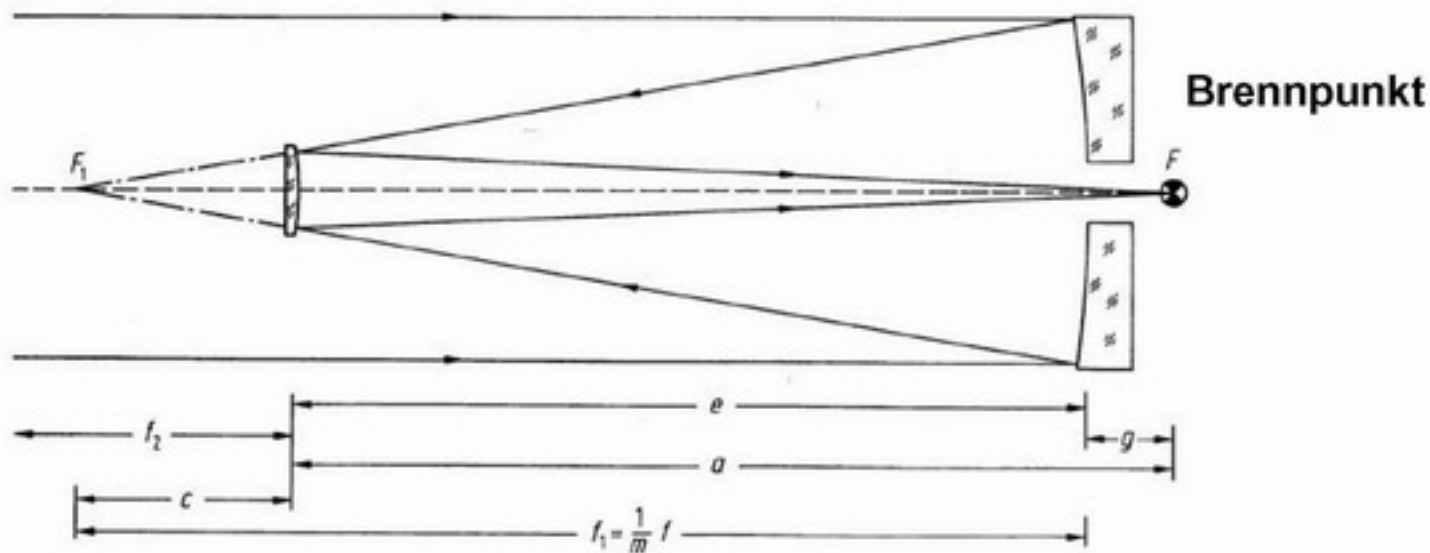
# Das Newtonsche-Teleskop

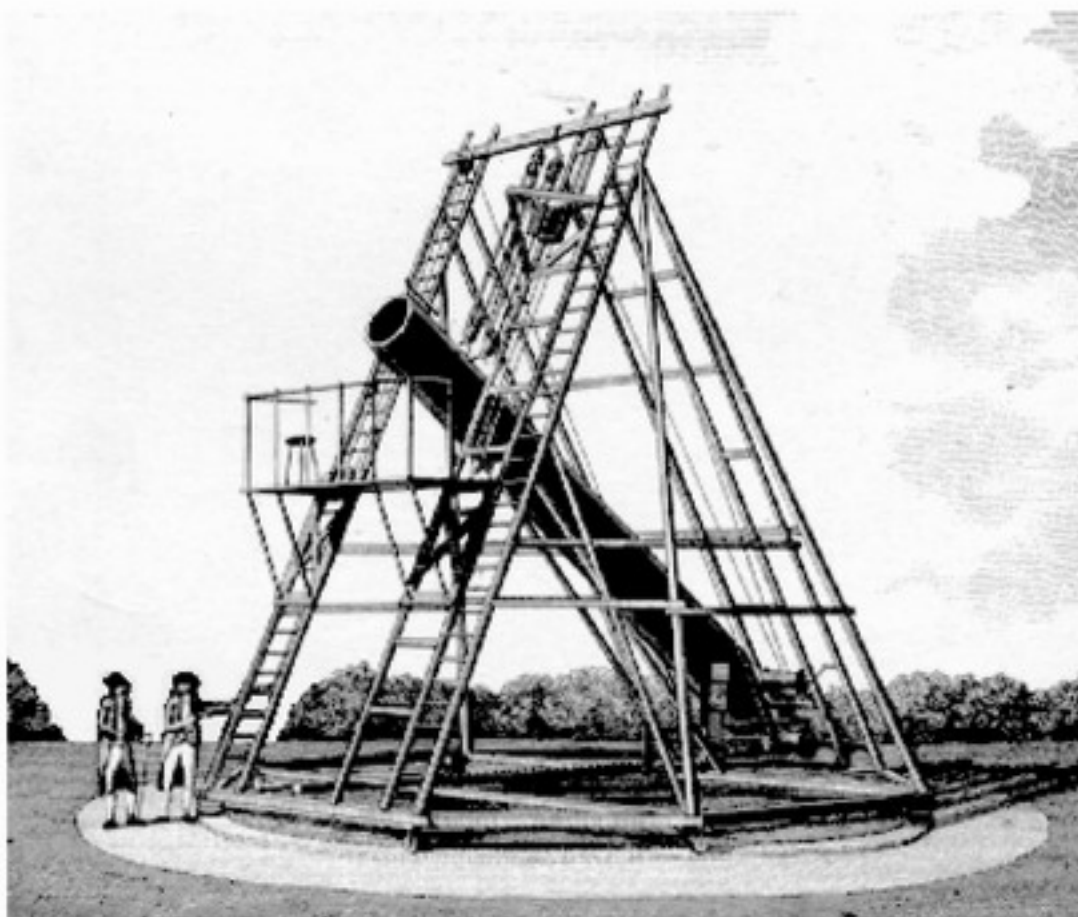
Newton erfand er eine neue Sorte von Fernrohren, die **Spiegelteleskope** genannt werden. Sie arbeiten **nicht mit einer Sammellinse**, sondern mit einem **Hohlspiegel**. Er bündelt das eingefangene Licht in einem **Brennpunkt**. Vor dem Brennpunkt befindet sich ein ebener, kleiner Spiegel, der das **Licht seitlich ablenkt und in ein Okular leitet**. Durch diese Bauart vermeidet man die von Linsen hervorgerufenen und nur schwierig zu vermeidenden Farbringe um ein Objekt. Fast alle heutigen großen Teleskope arbeiten mit Spiegeln.



# Spiegel-Teleskop:

- Konkaver Primärspiegel (parabolisch)
- Konvexer Sekundärspiegel
- Bohrung in Primärspiegel => Fokalebene ausserhalb





**Entdeckung des Planeten Uranus (1781)**  
durch Wilhelm Herschel.)



# Die größten Teleskope der Welt

---



**4 Teleskope mit jeweils einem 8m Spiegel**

VLT: Very Large Telescope (in Chile)



# Die größten Teleskope der Welt

---



**2 Teleskope mit jeweils einem 10m Spiegel**

# Die größten Teleskope der Welt

---

## Das Hubble-Space Teleskop (Spiegel 2.4m)



# Fernrohr: Aufgabe

---

Erzeugung eines *realen* Bildes am Ort des Beobachters, mit folgenden Eigenschaften:

- Möglichst große Strahlungssammelfläche (Lichtstärke)
- Möglichst gute Trennung feiner Strukturen
- Abbildung möglichst winkelgetreu, d.h. verzerrungsfrei.

Ein Fernrohr ist ein Fotoapparat mit "Teleobjektiv", in welchem das **sehr stark verkleinerte Bild** eines **sehr weit entfernten, sehr grossen** Gegenstandes mit einer Lupe aus nächster Nähe betrachtet wird

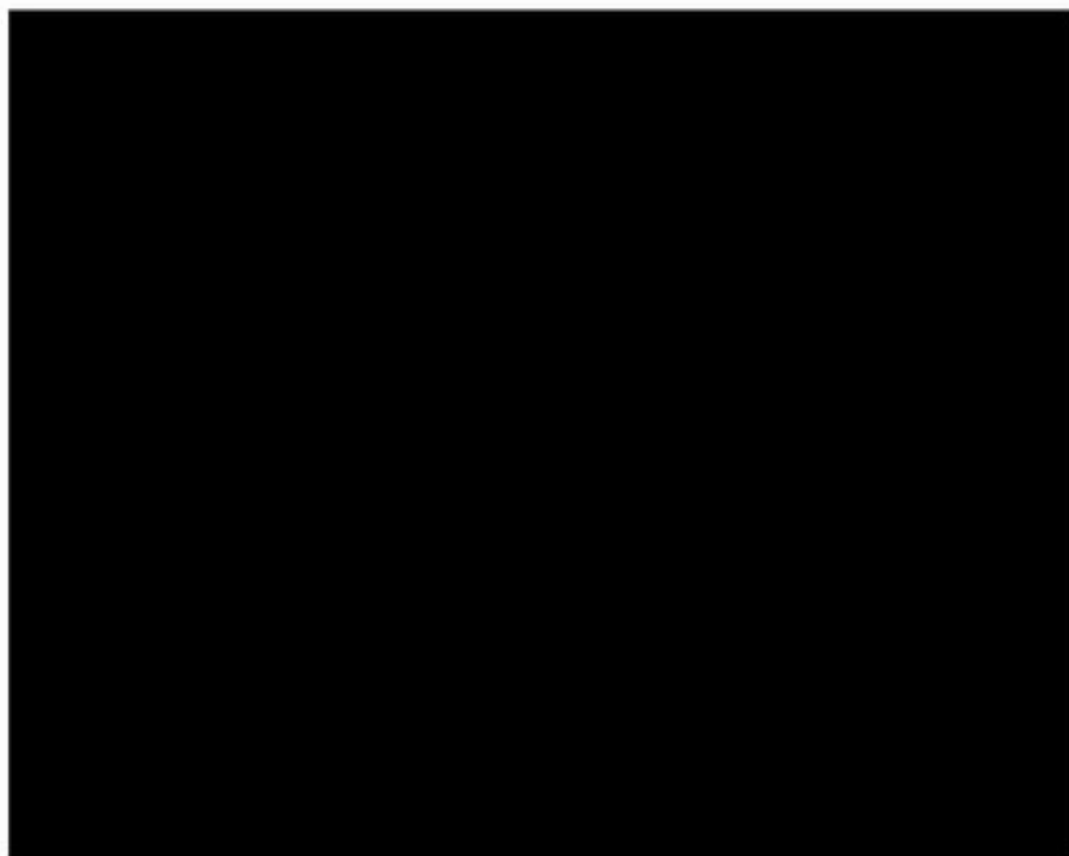
# Das **OW**erwhelming **L**arge **T**elescope



- Anfangsziel: 100m Spiegel
- Fertigstellung geplant für ~ 2020
- Gesamtkosten: 1,000 Mill. Euros ...  
*vergleichbar mit dem HST (2.4m)*

# OWL Teleskopkonzeptstudie

---



# Wir bauen ein Fernrohr

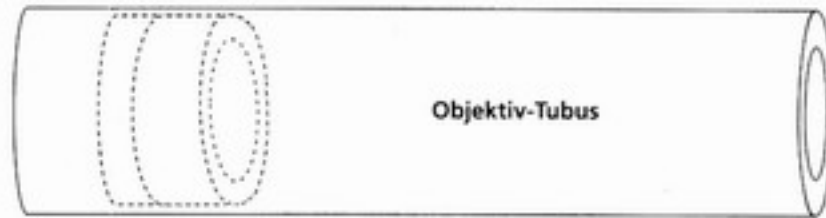
Vergrößerungslinse



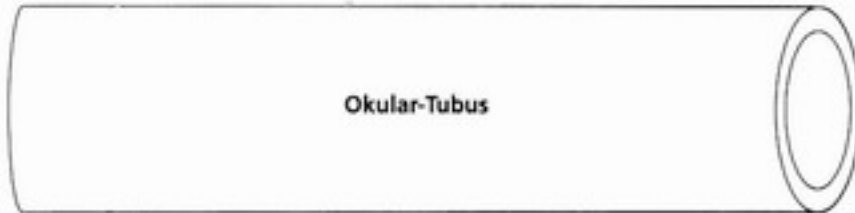
Linse



Ring



Scheibe



Scheibe

Linse



Verkleinerungslinse



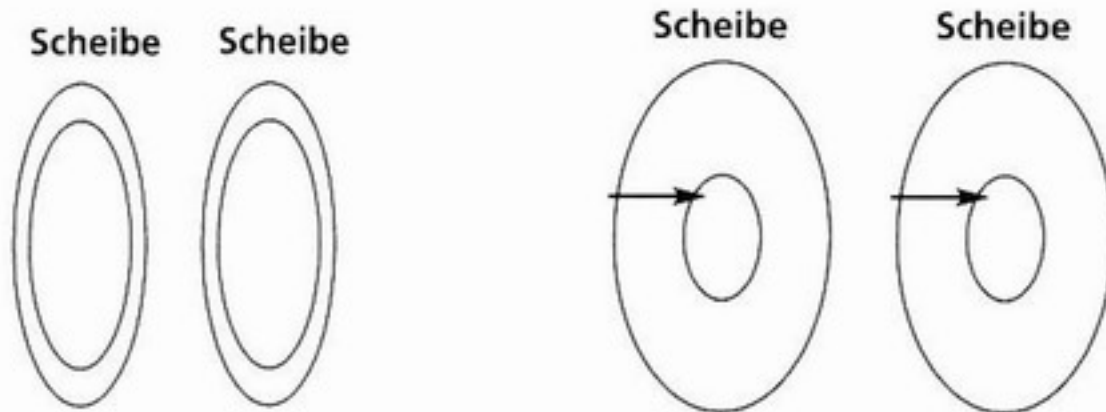
Die einzelnen Teile des Bausatzes



# Bauanleitung

---

1. Nehmt die Kartonscheiben und entfernt die gestanzten Scheiben, die sich in der Mitte befinden. Dadurch bekommen die Kartonscheiben unterschiedlich große runde Öffnungen.



# Bauanleitung

---

2. Im Inneren des fertigen Teleskops muss es später ganz dunkel sein, das gibt ein besseres Bild. Bemalt deshalb die Kartonscheiben auf beiden Seiten mit dem schwarzen Filzstift, ebenso die Schnittkanten an beiden Enden der längeren und etwas dickeren Kartonröhre und des Kartonringes

Scheibe



Scheibe



Ring



# Bauanleitung

---



# Bauanleitung

---

- 3. Nehmt die kleinere der beiden Linsen zur Hand.** Sie ist auf einer Seite nach innen gewölbt, auf der anderen ist sie flach. Wenn man sie auf die Buchstaben der Bauanleitung legt und dann langsam hoch hebt, werden die Buchstaben immer kleiner. Eine solche **verkleinernde Linse nennt man Zerstreuungslinse oder konkave Linse.**

**Diese Linse ist die Okular-Linse, die Linse auf der Augenseite des Teleskops (*oculus* ist lateinisch und bedeutet „Auge“).**

- 4. Die eine Kartonscheibe hat ein kleines Loch von 12 mm Durchmesser. Das ist die Halterung für die Okular-Linse.**

Lege die Linse **zur Probe** mit ihrer **flachen Seite auf die Kartonscheibe, genau mittig über die Öffnung.** In dieser Position muss sie festgeklebt werden.

# Bauanleitung

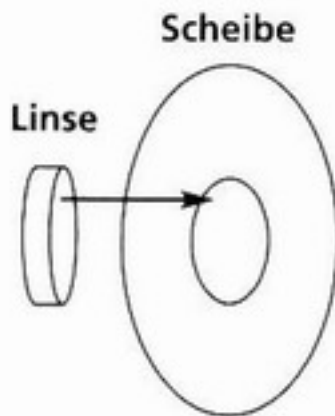
---

5. Bestreiche dazu die Kartonscheibe rings um die Öffnung mit Klebstoff.

Lasse dabei einen Abstand von etwa 1 mm zur Öffnung und achte darauf, dass sich keine Klebstoffäden bilden.

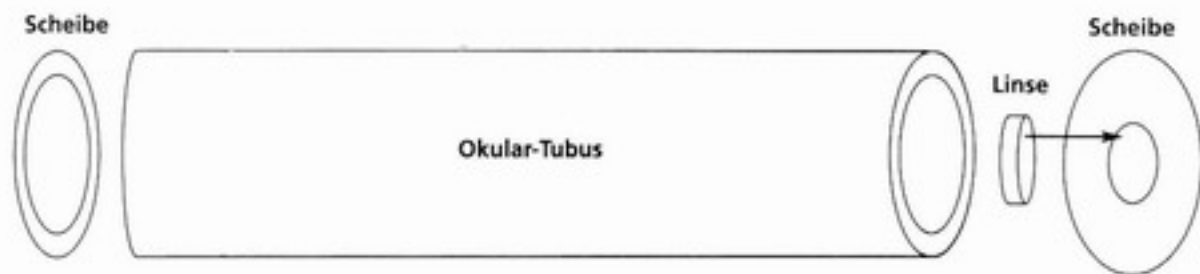
**Setze dann die Linse wieder genau mittig auf die Öffnung.**

**Gut trocknen lassen.**



# Bauanleitung

6. Die kürzere der beiden Kartonröhren, die einen kleineren Durchmesser als die andere hat, ist der **Okular-Tubus**.



(„Tubus“ ist lateinisch und bedeutet Rohr).

**Lege die Okular-Linsenhalterung so auf das eine Ende des Okular-Tubus, dass die aufgeklebte Linse im Inneren der Röhre liegt.**

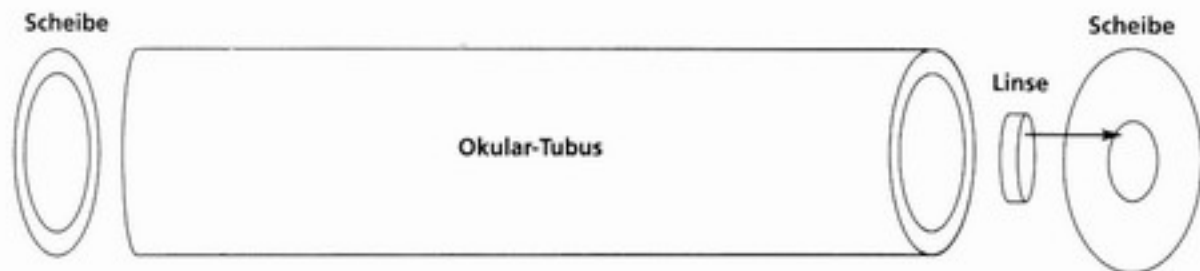
**Klebe die Linsenhalterung in dieser Position auf der Schnittkante des Okular-Tubus fest.**

# Bauanleitung

---

7. Die andere Kartonscheibe, die eine Öffnung mit 25,6 mm Durchmesser hat, ist die **Streulicht-Blende**. Sie sorgt dafür, dass nur das gewünschte Bild und möglichst wenig schräg ins Teleskop einfallendes Licht auf das Okular und damit ins Auge gelangt.

Klebt es auf das andere Ende des Okular-Tubus.



**Jetzt ist der Okular-Tubus fertig.**

# Bauanleitung

---

8. Nehmt die größere Linse zur Hand. Sie ist auf einer Seite nach außen gewölbt, auf der anderen ist sie ebenfalls flach. Wenn man sie auf die Buchstaben der Bauanleitung legt und dann langsam hoch hebt, werden die Buchstaben immer größer. **Eine solche vergrößernde Linse nennt man Sammellinse oder konvexe Linse. Lupen und Brenngläser sind Sammellinsen.**

Objektiv-Linse



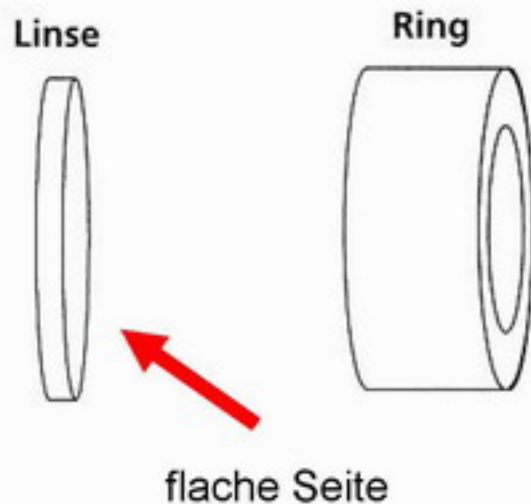


# Bauanleitung

---

9. Diese Linse ist die Objektiv-Linse, die Linse auf der Seite des Teleskops, die dem Objekt zugewandt ist, also dem, was beobachtet werden soll.

**Klebt die Objektiv-Linse mit ihrer flachen Seite auf den Rand des Kartonringes. Gut trocknen lassen!**

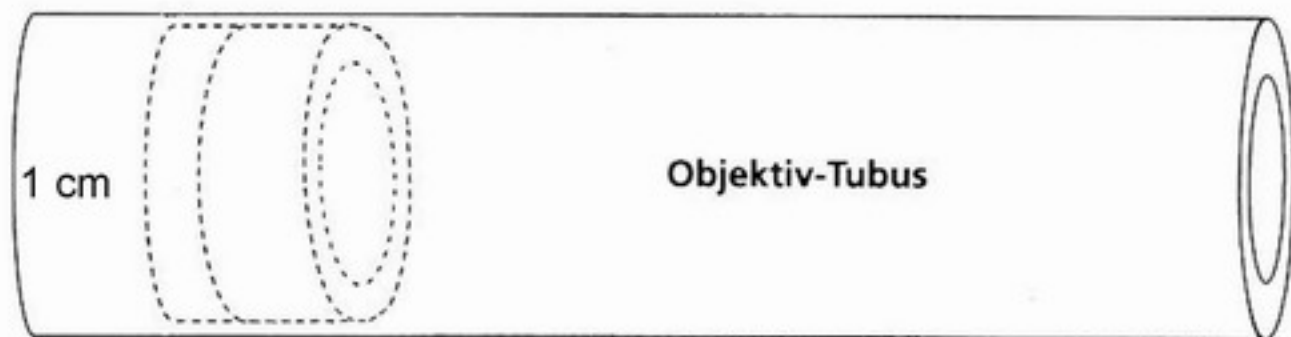


# Bauanleitung

---

10. Stecken Sie die Objektivlinse mit dem Kartonring voran zunächst ohne Klebstoff in den Objektiv-Tubus, und zwar so tief, dass der Abstand zwischen der Linse und dem Rand des Objektiv-Tubus ca. 1 cm beträgt.

**Mit Hilfe des Okulartubus lässt sich der Kartonring wieder zurück-schieben, falls er zu weit hineingerutscht ist.**



# Bauanleitung

---

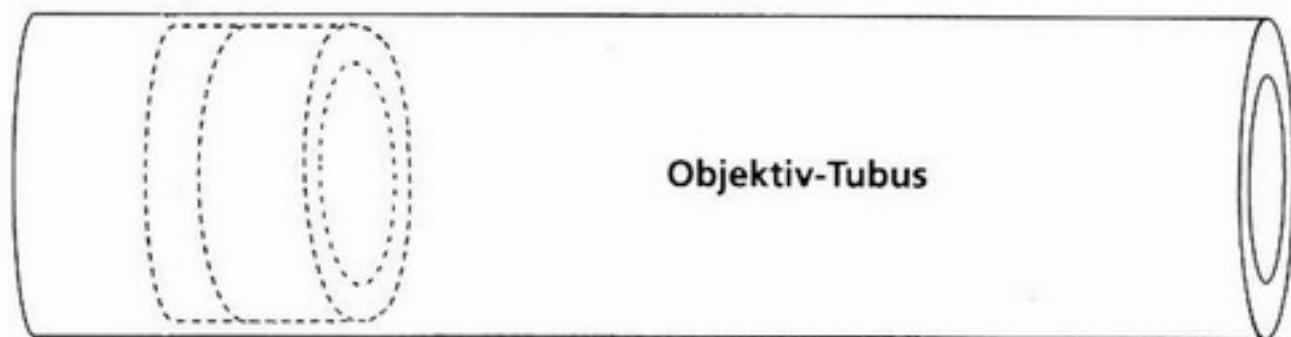


# Bauanleitung

---

11. Schiebt die Linse mit dem Ring wieder ganz heraus und bringen Sie im Objektiv-Tubus dort Klebstoff an, wo der Ring sitzen wird, also etwa 1,5 cm vom Rand entfernt.

Schiebt den Ring und Linse wieder bis zur richtigen Position hinein und laßt sie gut trocknen.



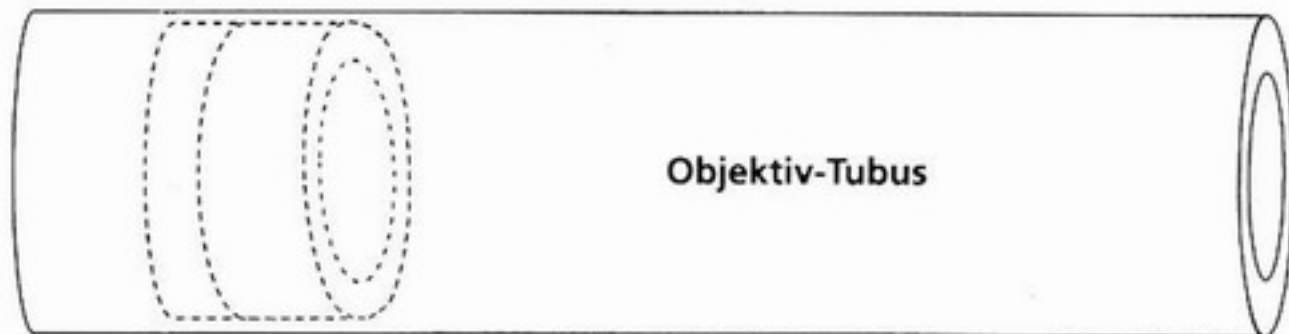
# Bauanleitung

---

12. Steckt nun den Okular-Tubus mit der Streulicht-Blende voran in den Objektiv-Tubus.

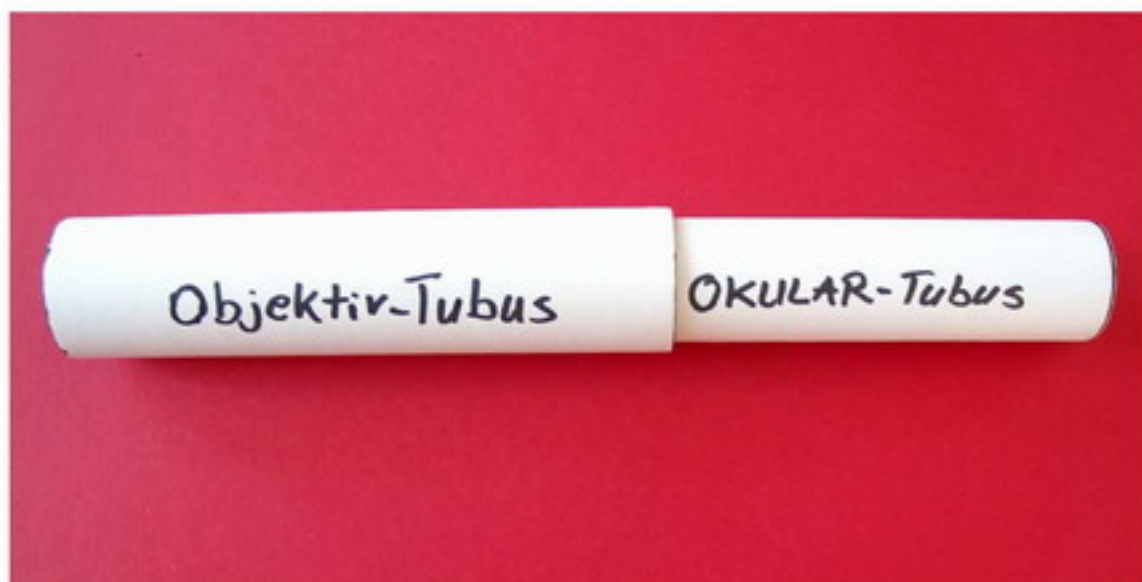
**Jetzt ist das Teleskop fertig!**

**Wer Lust hat, kann es bemalen oder mit bunten Papieren bekleben.**



# Bauanleitung

---



**Wer Lust hat, kann es bemalen oder mit bunten  
Papieren bekleben.**

# Das fertige Teleskop

---



# Und hier noch ein paar Tipps

---

**Vorsicht Sonne:** Niemals das Teleskop auf die Sonne richten! Ihr gebündeltes Licht brennt sekundenschnell ein Loch in die Netzhaut des Auges, und das bedeutet eine lebenslange Sehbehinderung.

**Scharf stellen:** Okular-Tubus vor- und zurückschieben, bis das Bild scharf ist. Je näher ein Objekt ist, umso weiter muss man den Okular-Tubus herausziehen, und umgekehrt.

**Brillenträger:** Besser geht es ohne Brille, denn mit der Scharfstellung kann die Fehlsichtigkeit des Auges aus-geglichen werden.

**Vergrößerung:** Die Vergrößerung eines Teleskops berechnet man aus der Brennweite der Objektivlinse geteilt durch die Brennweite der Okularlinse, hier also  $225 : 35 = \text{ca. } 6,4\text{fach}$ .

Ihr könnt die Vergrößerung anschaulich erleben, wenn ihr mit beiden Augen gleichzeitig auf ein Objekt blicken (z. B. den Kamin auf dem Dach eines Hauses), wobei das eine Auge durch das Teleskop blickt, das andere nicht, und beide Bilder sich übereinander legen