



Teil 6 : Kleine Instrumentenkunde

In die Röhre schauen...



Instrumente

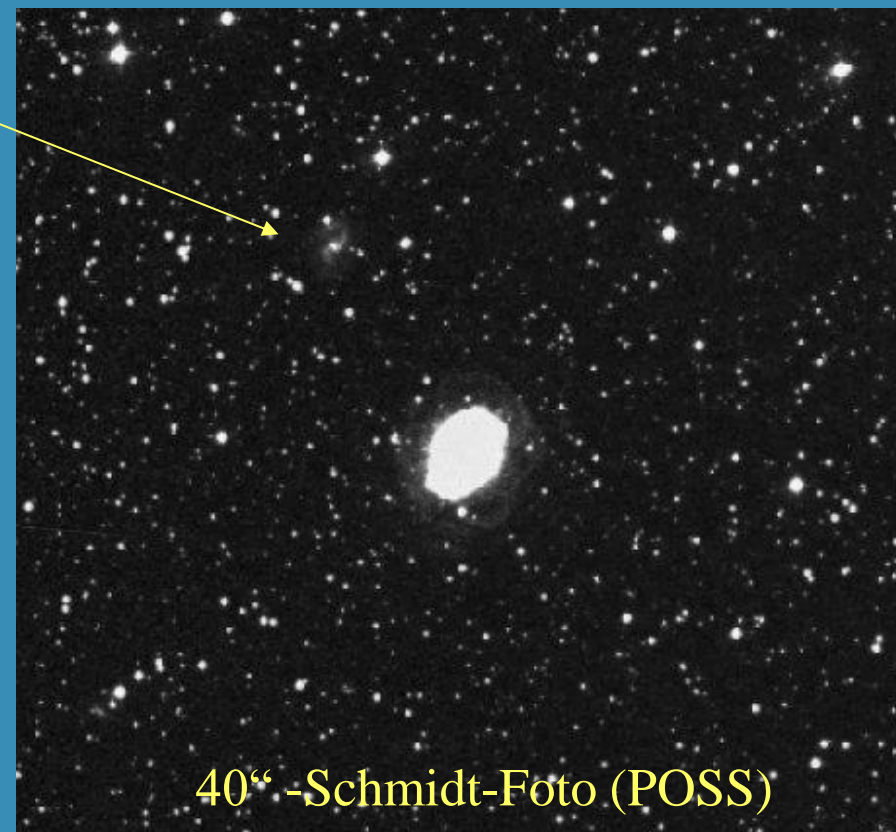
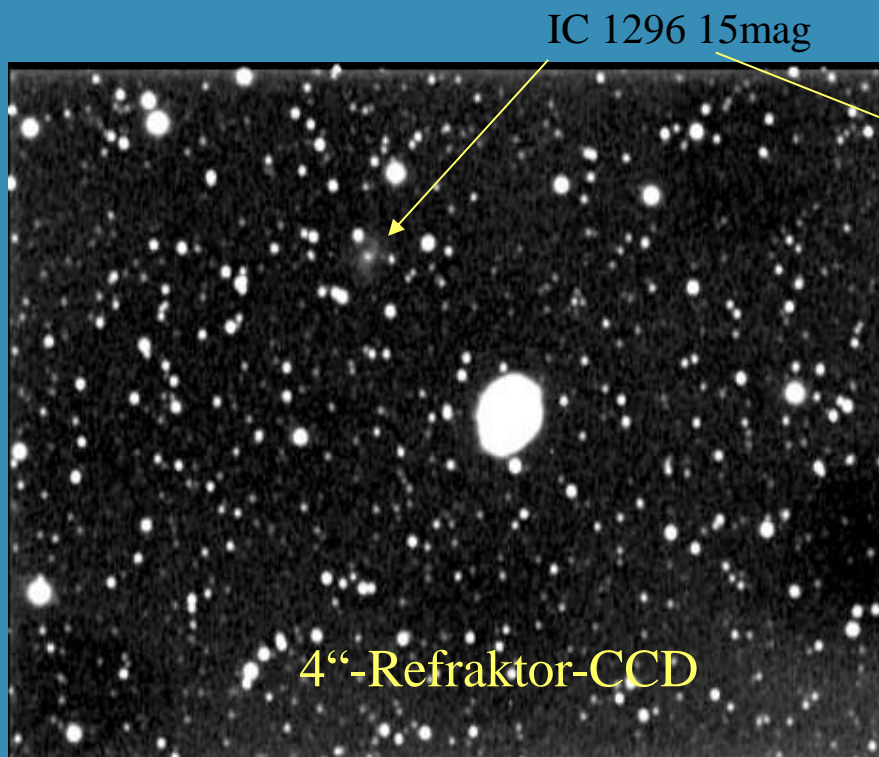
- Fernglas
- Linsenfernrohr
- Spiegelfernrohr
- Das Kaufhausfernrohr
- Das Smartteleskop

Die Instrumente der Profis

- Im letzten Vortrag über Sternsysteme
- Rotverschiebung von Galaxien
- Hubble Deep Field tagelange Belichtung, nur Galaxien
- Teleskope mit mehreren Metern Durchmesser
- Was soll ich als Amateur da noch beobachten?
- Auch die Amateure haben sich weiterentwickelt
- Bessere Detektoren (CMOS-Kameras) haben die Reichweite verbessert.
- Beispiel



Erste CCD-Kamera Starlight Xpress MX512



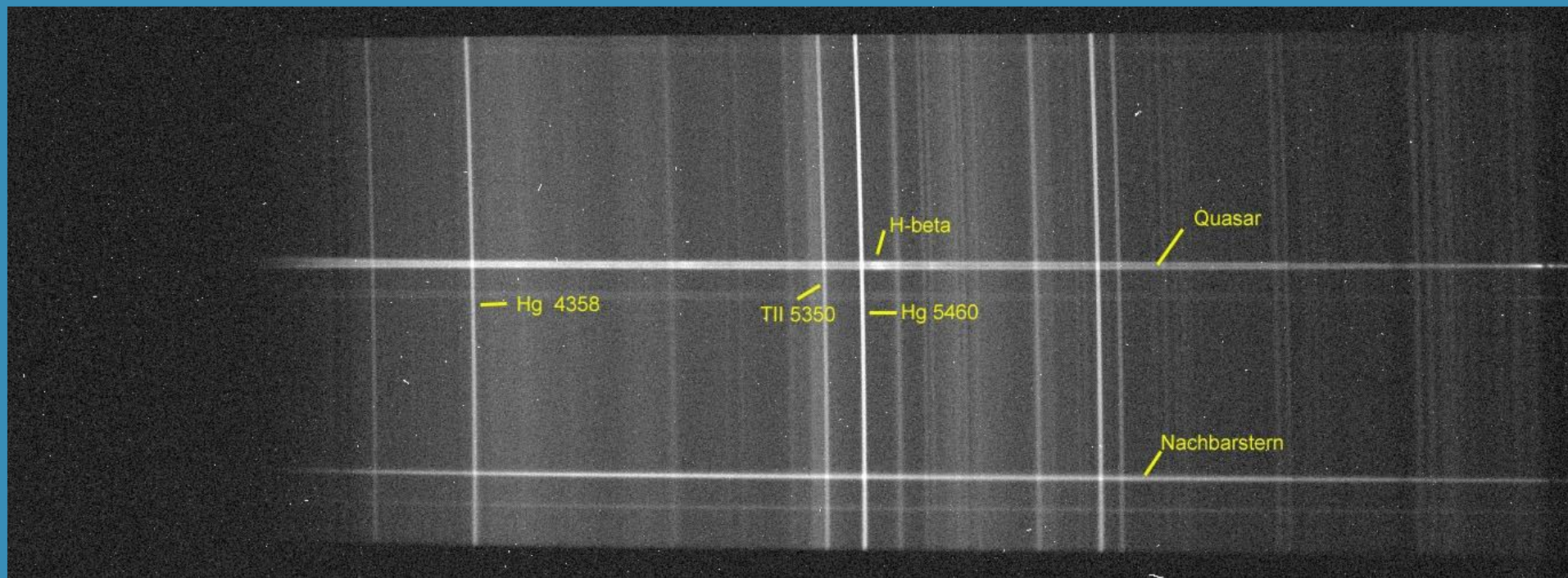
Galaxien von 15mag vom Balkon !

Spektrograph aus dem 3D-Drucker

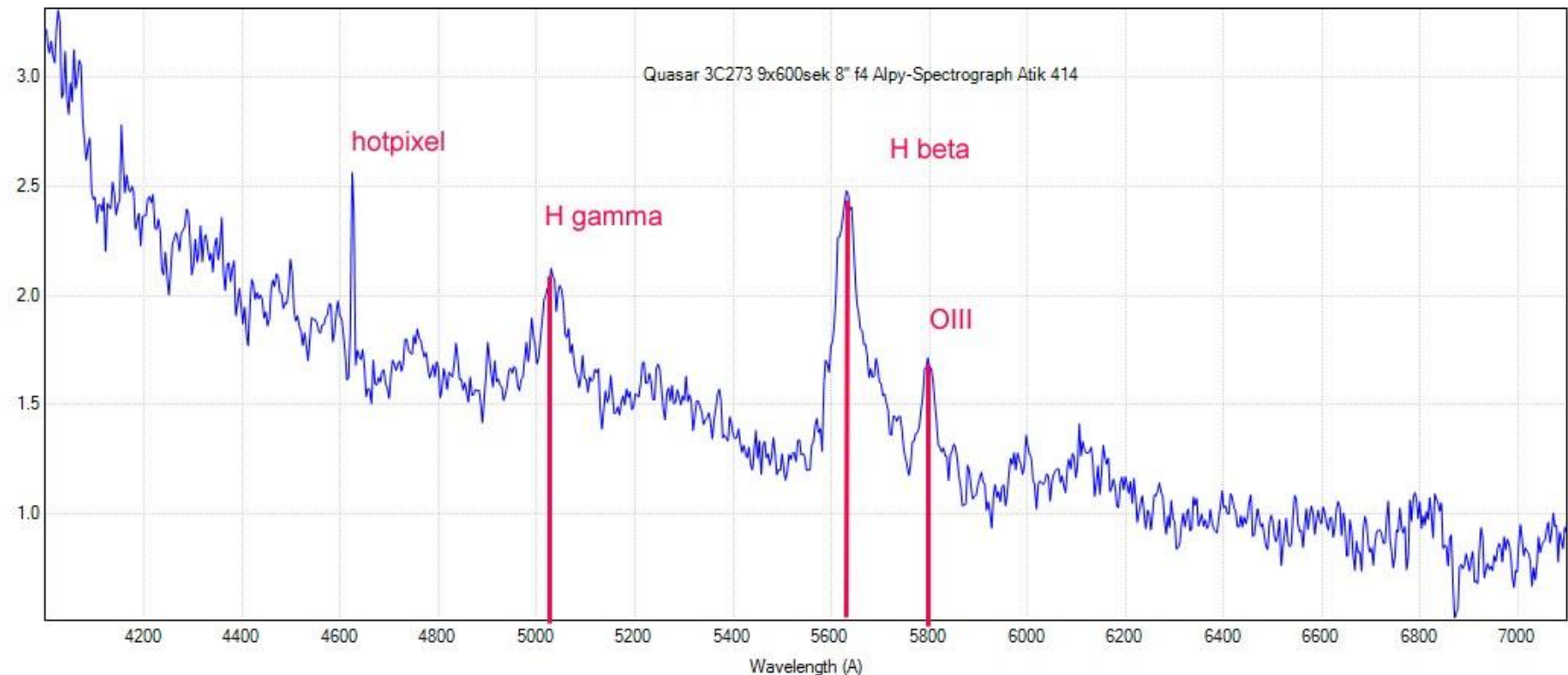




Quasar 3C273 - Entfernung 2,3 Milliarden Lj mit 20cm Teleskop



Rotverschiebung vom Quasar messen



$$Z = (5630 - 4861) / 4861$$

$$0.158 \pm 0.002$$

Literaturwert

$$0.158339 \pm 0.000067$$



Das Fernglas

- Die Kenngrößen des Fernglases sind Vergrößerung \times Objektivdurchmesser. Damit ist auch die Austrittspupille festgelegt und nicht veränderbar wie beim Teleskop. Dunkler Himmel 6-7, Landhimmel 4-5, Stadthimmel 3-4.
- Das mit 7mm (z.B. 7x50) wird als Nachtglas bezeichnet gilt eher für Erdbeobachtungen in der Dunkelheit.
- Ein 10x42 bis 10x50 Fernglas lässt sich noch freihändig halten.
- Das Fernglas ist ein guter Einstieg in die Himmelsbeobachtung. Mit dem großen Gesichtsfeld mit ca 5° lassen sich die Objekte leichter finden.

Kenngößen von Teleskopen

- Die 3 häufigste Fragen von Laien sind: Was kostet das Teleskop? Wie hoch kann man vergrößern? und wie viele Lichtjahre kann man weit sehen?
- In den Anzeigen(Prospekten) von Kaufhausteleskopen werden hohe Vergrößerung als Leistungsmerkmal betont. In der Praxis sieht das anders aus.
- Voraussetzung: Um diese Kenngößen richtig auszuspielen zu können muss der Himmel dunkel sein ohne störendes Licht um schwache Objekte zu sehen und die Luft muss ruhig sein für hohe Vergrößerungen um viele Details zusehen.

Öffnung

- Die Größe eines Teleskops wird durch die Öffnung bestimmt.
- Wieviel Licht kann gesammelt werden hängt von der Fläche ab.
- **Lichtsammelvermögen** zeigt die Menge an gesammeltes Licht im Vergleich zum bloßen Auge.
- **Auflösungsvermögen** gibt an, welche kleinsten Winkel-Distanzen noch getrennt werden können in Winkelsekunden auch Bogensekunden genannt. Wichtig für Mond, Planeten und Doppelsterne.
- Dieser Wert in Bogensekunden = $120 / D[\text{mm}]$

Weitere Kenngrößen

- Die **Brennweite** ist der Abstand der Objektivlinse oder Spiegel zum Brennpunkt wo das Bild entsteht. Sie legt den Bildausschnitt wie in der Fotografie fest und bestimmt die Vergrößerung.
- Das Bild im Brennpunkt wird durch eine Linse (bzw. Linsenkombination) dem Okular vergrößert. Die **Vergrößerung** ist die Brennweite der Optik geteilt durch die Brennweite des Okulars. Die maximale Vergrößerung ist der 2fache Optikedurchmesser in mm. Die Vergrößerung hat 2 Funktionen:
 - Das Objekt näher ranzuholen bei Mond und Planeten
 - Den Kontrast zu variieren bei Deepsky Objekt
- Das **Öffnungsverhältnis** = Öffnung / Brennweite entspricht der Blende in der Fotografie

Das Linsenteleskop

- Beim **Linsenfernrohr** (Refraktor) wird das Licht durch Brechung im Brennpunkt vereinigt. Für die meisten Menschen sieht das aus wie ein Fernrohr. Am Rohrende ist der verstellbare Okularauszug und das Okular zur Vergrößerung. Die Brennweite entspricht der Baulänge des Fernrohrs. Bei hoch am Himmel stehenden Objekten ist der Einblick erschwert und mittels eines Winkelprismas erleichtert. Das Einstellen der Objekte erfolgt über das Anpeilen über das Rohr oder durch ein kleines Sucherfernrohr.
- Linsenoptiken vereinen verschieden farbiges Licht nicht in einem Punkt. Dies führt zu Farbsäumen an hellen Sternen bei hoher Vergrößerung. Der Effekt kann durch lange Brennweiten, d.h. durch Öffnungsverhältnis von 1:15 -1:20 deutlich gemindert werden. Ein 80mm Refraktor mit $f=1200\text{mm}$ ist farbrein.
- Der Fraunhofer Achromat ist das klassische Beispiel
- Durch Verwendung moderner Gläser ED, Fluorit mit 2-3 Linsen lässt die Farbkorrektur deutlich verbessern. Das hat aber auch seinen Preis.



Das Spiegelteleskop

- Beim **Spiegelteleskop** (Reflektor) wird das Licht durch Reflexion im Brennpunkt vereinigt. Am Rohranfang befindet sich im Tubus ein Hilfsspiegel, der das Licht aus dem Tubus wirft. Der verstellbare Okularauszug befindet sich am ebenfalls vorne. Der Einblick erfolgt seitlich. Das Einstellen der Objekte durch ein kleines Sucherfernrohr. Der Hilfsspiegel auch **Fangspiegel** genannt stört nur bedingt im Strahlengang. Er nimmt ein wenig Licht weg Fläche Hauptspiegel minus Fläche Fangspiegel. Auch ist das Bild ein wenig kontrastärmer als beim Linsenteleskop. Dafür ist das Bild farbrein.
- Durch den seitlichen Einblick ist das Einstellen der Objekte für den Anfänger schwieriger. Dafür sind Objekte im Zenit im Sitzen oder Stehen bequem beobachtbar. Ein vorher justiertes Sucherfernrohr ist unverzichtbar.
- Im Vergleich zum Refraktor bekommt man viel Öffnung fürs Geld.



Oder Beides?

- Der **Schmidt-Cassegrain** (SCT) und **Maksutov-Cassegrain** (Mak) ist eine Kombination aus Linse und Spiegel. Der Fangspiegel jetzt **Sekundärspiegel** genannt, trägt jetzt hier zur Abbildung bei.
- Der sphärische Hauptspiegel hat ein Öffnungsverhältnis von 1:2 und ist in der Mitte durchbohrt. Der Sekundärspiegel vergrößert das Öffnungsverhältnis und damit die Brennweite auf 1:10 bis 1:15. Das ergibt ein Teleskop mit kurzer Baulänge und langer Brennweite. Bei den Fotografen als Spiegeltele bekannt.
- Das Licht passiert vorher ein Korrektionsplatte (Meniskuslinse beim Mak) und fällt dann auf den sphärische Hauptspiegel. An der Korrektionsplatte ist der Sekundärspiegel befestigt oder beim Mak auf die Meniskuslinse aufgedampft.
- Fokussiert wird in dem der Hauptspiegel verschoben wird.
- Das ergibt einen großen Bereich zum Fokussieren.
- Beim Beobachten mit Zenit Prima hat man eine bequeme Sitzhöhe.

Der Unterbau – Die Montierung

- Die **azimutale Montierung** orientiert sich an der Horizontebene. Eine Achse lässt sich in den Himmelsrichtungen verstellen und in der vertikalen Höhe. Ein Fernrohr auf dem Videoneiger mit Fotostativ entspricht einer azimutalen Montierung. Die Nachführung besteht in der Bewegung in beiden Achsen.
- Manche Montierung verfügt über Feinbewegung um bei Achsen. Bei Vergrößerungen über 100fach ist die Grenze des Machbaren erreicht.
- Bei der **parallaktischen Montierung** zeigt die eine Achse (Stundenachse oder Rektaszensionssachse) in Richtung Himmelspol. Die andere Achse senkrecht dazu ist dann die Höhe (die Deklination) bezogen auf den Himmelsäquator. Der Vorteil ist das nur um die Stundenachse bewegt werden muss.
- Bei einigen Modellen lässt sich ein Nachführmotor (Schrittmotor) nachrüsten und Himmelsdrehung ausgleichen. Das ist bei mehr als 50x sehr nützlich. Auch ein Deklinationsmotor ist nachrüstbar und so sind feine Korrekturen in beiden Achsen möglich.



Was sieht man mit dem Teleskop und Standort

- Die Erwartungshaltung was sieht man mit dem Teleskop?
- **Refraktor 60-100 mm.** Der kleine Refraktor ist schnell aufgebaut und passt sich schneller an die Außentemperatur an. Das Bild ist ruhiger bei hoher Vergrößerung, gut für Sonne, Mond und Planeten. Bei Deep Sky am Stadthimmel, werden nicht alle Messier-Objekte sichtbar sein. Das ändert sich schlagartig, wenn man in den Vorstadthimmel wechselt. Dann sind sie alle zu sehen
- **Newton/SCT 150-200 mm.** Sind gut bei Planeten, aber schon deutlich Seeing anfälliger und brauchen länger zum Auskühlen. Die maximale Vergrößerung = 2x Spiegeldurchmesser kommt selten zum Einsatz. Alle Messiers sind auffindbar, aber nicht deutlich, eher strukturlos. Auch einige NGCs. Gut sind Objekte mit hoher Flächenhelligkeit wie Kugelsternhaufen und kleine Planetarische Nebel, z.B. Ringnebel und offene Sternhaufen. Das ändert sich schlagartig, wenn man in den Vorstadthimmel oder besser wechselt. Dann zeigen die strukturlosen Nebel, mehr Details. Bis 200 mm sind die Teleskope noch gut transportabel und wenn im Umland beobachten kann.
- **Newton/SCT 250-300 mm.** Erst recht hier macht sich der Einfluss des Seeings und Auskühlung bemerkbar. Die Planetenbilder sind bis zum einfachen Spiegeldurchmesser vergrößerbar. Dafür sind sie recht hell und ggf. muss man ein Graufilter verwenden. Deutlich sind Farben zu erkennen. Beim Jupiter der Rote Fleck, die Äquatorbänder in Ockerbraun. Deep Sky Objekte sind besser erkennbar, großer matschiger Fleck. Deep Sky Objekte machen unter Landhimmel erst richtig Spaß. Sie zeigen Strukturen, Spiralarme bei M51 oder mit UHC-Filter Orion-Nebel dreidimensional, Cirrus-Nebel mit OIII-Filter wie auf dem Foto nur in S/W. Hier kommen die Dobsonsteleskope zum Einsatz im Umland oder besser noch Gebirge. Gut transportabel und schnell aufgebaut.



Zubehör

- Okulare sind der zweite Teil der Optik und kein billiges Zubehör.
- Beim **Zenitprima/spiegel** ist das Bild aufrecht aber spiegelverkehrt. Besser ist das **Amiciprisma** ist das Bild aufrecht und seitenrichtig.
- Mit der **Barlowlinse** lässt sich die Brennweite 2-3x verlängern um hohe Vergrößerungen zu machen, aber nicht mehr als 2x den Objektiv-durchmesser.
- **Einschraubfilter** für die Okulare, z.B. ein Graufilter für den hellen Mond. Auf keinen Fall diese Filter für die Sonne nutzen. Die ungefilterte Sonne heizt das Filter so stark auf das es platzt. Sofortige Erblindung ist die Folge.
- Sonne nur mit **Objektivfilter** beobachten. Das Filter muss windfest am Objektiv befestigt sein. Sicher abdecken!
- Ein **Sucherteleskop**, Vergleich mit einem 6x30 oder 8x50 Monofernglas ist sehr hilfreich beim Einstellen der Objekte.

Das Kaufhausteleoskop

- Teleskope in der Preisklasse von 50 -250€ im Internethandel, Ebay oder Lebensmittel-Discounter.
- In diesen Teleskopen ist oft Plastik verbaut. Die Montierung ist eher wackelig. Die Okulare haben zu kurze Brennweiten, die Beigabe der Barlowlinse ist sinnlos. Statt Zenitspiegel lieber ein Amciprisma.
- Auf dem Karton sind tolle Bilder die suggerieren was man mit dem Teleskop sehen kann. Die Enttäuschung ist vorprogrammiert.
- Wer dennoch mit einem solchen Teleskop beglückt wurde, dem sei das Heftchen „Teleskop-1x1, Erste Hilfe für Fernrohrbesitzer“ von Ronald Stoyan, Oculum-Verlag empfohlen.



Das Smartteleskop

- Bei diesem Teleskop kuckt man nicht mehr durch das Okular, sondern sieht das Bild auf dem Smartphone oder Tablet.
- Das ist etwas für App-Affine Leute, die das Smartteleskop die Arbeit machen lassen. Vorkenntnisse sind nicht nötig.
- Das Teleskop ist eine All-in-One Lösung mit Teleskop, azimutaler Montierung, Kamera und Filter inklusive. Man kann nichts auswechseln oder ergänzen.
- Z.B. SeeStar S50, für 700.- erhält ein 50mm Teleskop $f=250\text{mm}$ eine ungekühlte Farbkamera Full HD Chip mit Tischstativ. Die Einzelbelichtungszeit ist auf 10-30s beschränkt. Aus dem Objektkatalog wird das Objekt ausgewählt. Schon geht's los das Objekt wird eingestellt und die Belichtung gestartet. Das Ergebnis auf dem Smartphone/Tablet sichtbar.
- Wird gerne von Anfängern gekauft. Von fortgeschrittene Astrofotografien als Spielzeug gekauft. Das Gerät macht wirklich tolle Bilder.
- Wer einfach Astrofotos machen will ohne zu verstehen wie das geht ist hier richtig.
- Das ist erkaufte Wissen und nicht erarbeitetes Wissen.



Beispiele aus Berlin



Wo kann man Teleskope vergleichen?

- Teleskoptreffen – Man trifft sich auf einer Wiese, Berg oder Campingplatz und jeder bringt sein Teleskop mit.
- Termine
- <https://www.astrotreff.de/forum/index.php?board/6-kontakte-und-treffen/>
- [Südbrandenburg](#)
- [Herzberg HTT](#)
- [Vogelsberg ITV](#)



Lesestoff für Einsteiger

- Astronomie für Einsteiger, Celnik
- Kosmos Naturführer -Welcher Stern ist das? Joachim Herrmann
- Atlas für Himmelsbeobachter, Karkoschka
- Fernrohr Führerschein, Stoyan
- Teleskop 1x1, Stoyan
- Verlage für Astronomie
- Kosmos Verlag
- Oculum Verlag

Informationen der AG Astro-Praxis

In Github abgelegt

<https://github.com/matthias-kiehl/Astro-Praxis>

[Teleskopführerschein](#)

Rechts oben auf den „Pfeil nach unten“ Button drücken

Dann erscheint das Dokument im Download-Verzeichnis des Rechners.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit