Agenda för kollimerings-workshop

Teori

- Varför behöver man kollimera?
- Kollimeringsfel och andra fel
- Hjälpmedel
- Metodik för olika teleskoptyper
- Stjärntest
- Det går inte att kollimera!

Praktiska övningar

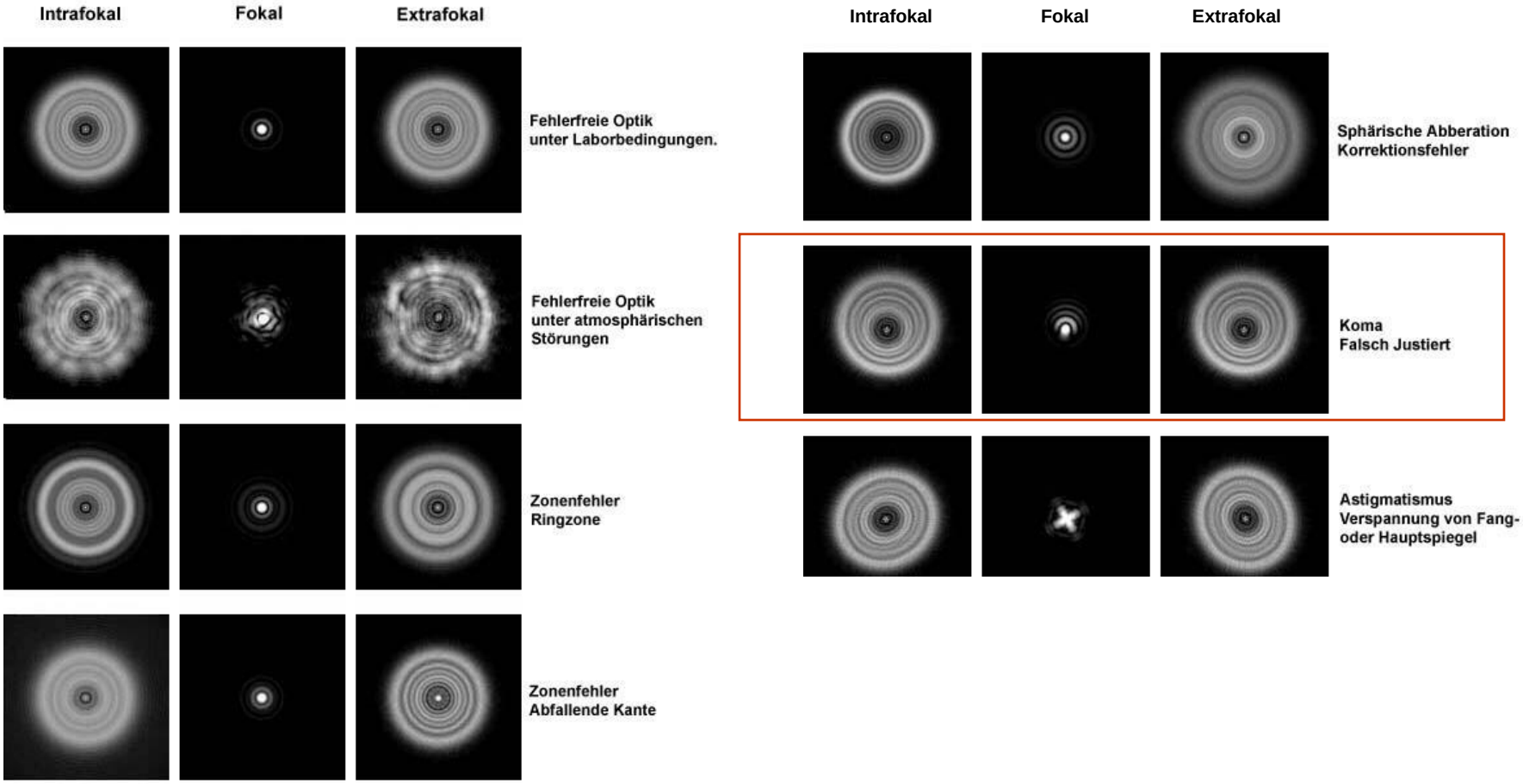
Varför behöver man kollimera?

- Jag har svårt att få riktig skärpa
- Stjärnorna är inte ”pinpoint”. Ser ut som kometer
- Mitt teleskop är OK så länge jag inte använder för hög förstoring
- Generellt gäller det att få teleskopets optik att prestera sitt bästa

Perfekt kollimerat

Mindre bra kollimerat

Kollimeringsfel och andra fel



Svårt att kollimera?

- I allmänhet inte om man har de rätta hjälpmedlen
- Beror på teleskopets konstruktion. Ett Newtonteleskop med lågt f-tal är lite svårare att kollimera än ett med högt f-tal.
- Lågt f-tal = kort brännvidd i förhållande till öppningsdiametern

Hjälpmedel

- Pinhole
- Siktrör
- Cheshireokular
- Autokollimator
- Laserkollimator

Pinhole

- Ett kort siktrör som kan tillverkas av en filmburk

Enkel pinhole

Pinhole med ljusinsläpp. Bra för kollimering av klassisk Cassegrain

Siktrör

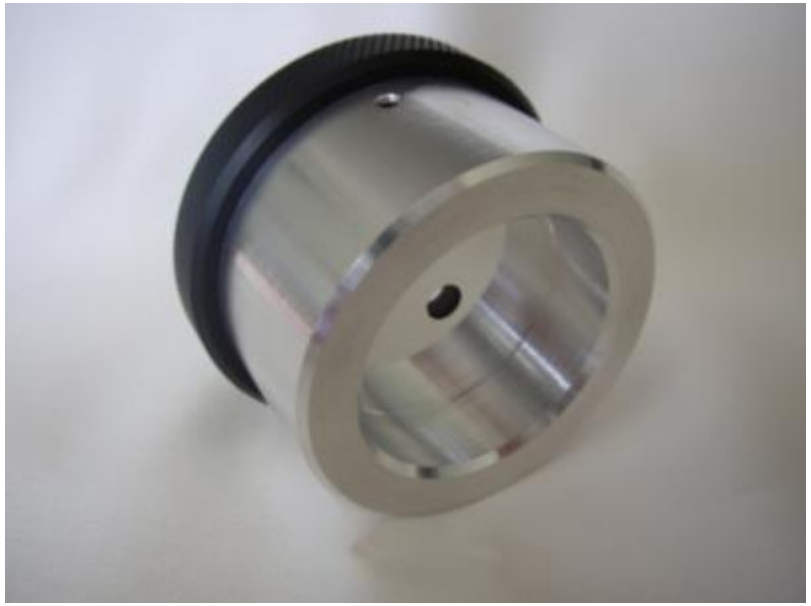
- Enkelt rör med ett litet titthål i ena änden
- Liknar pinhole men är längre
- Bra om det finns ett hårkors inbyggt
- Ska passa i fokuseraren. VVS-rör kan passa för 2”

Cheshire-okular

- I princip ett siktrör med en öppning där man kan lysa in från sidan med en ficklampa mot en speglande yta

Autokollimator

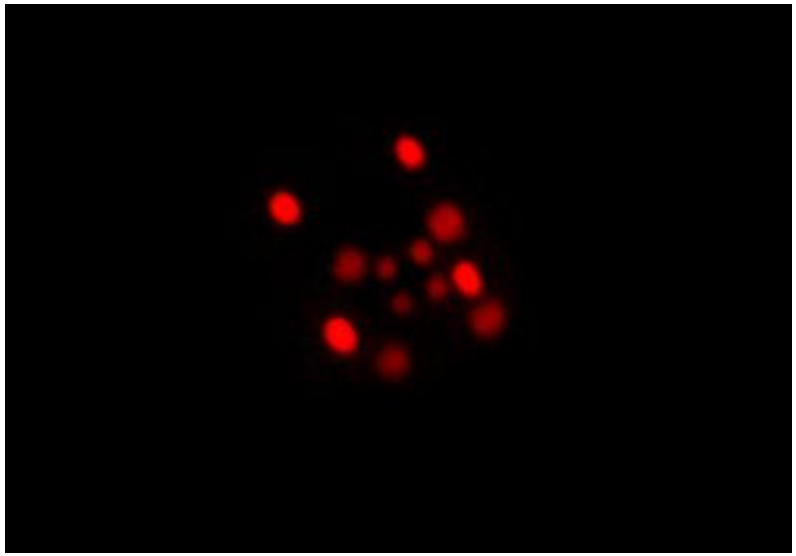
- Ett kort siktrör (pinhole) med speglande insida
- Används för finjustering efter kollimering med Cheshire
- När man kikar i det (i upplyst miljö) ska man se flera överlagrade speglingar av primärspegelns mittmarkering (om sådan finns)
- Vid helt perfekt justering (om mittmarkering saknas) blir bilden svart. Speglingarna tar ut varandra



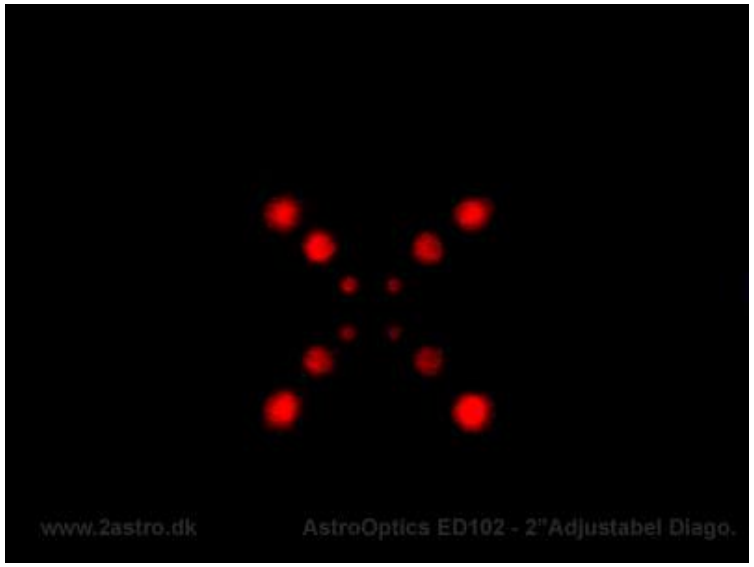
Laserkollimator

- Flera olika typer
  - Pinhole med lysdioder
  - Enkel stråle
  - ”Barlowed” laser
  - Med mönstergenerering

Pinhole med lysdioder



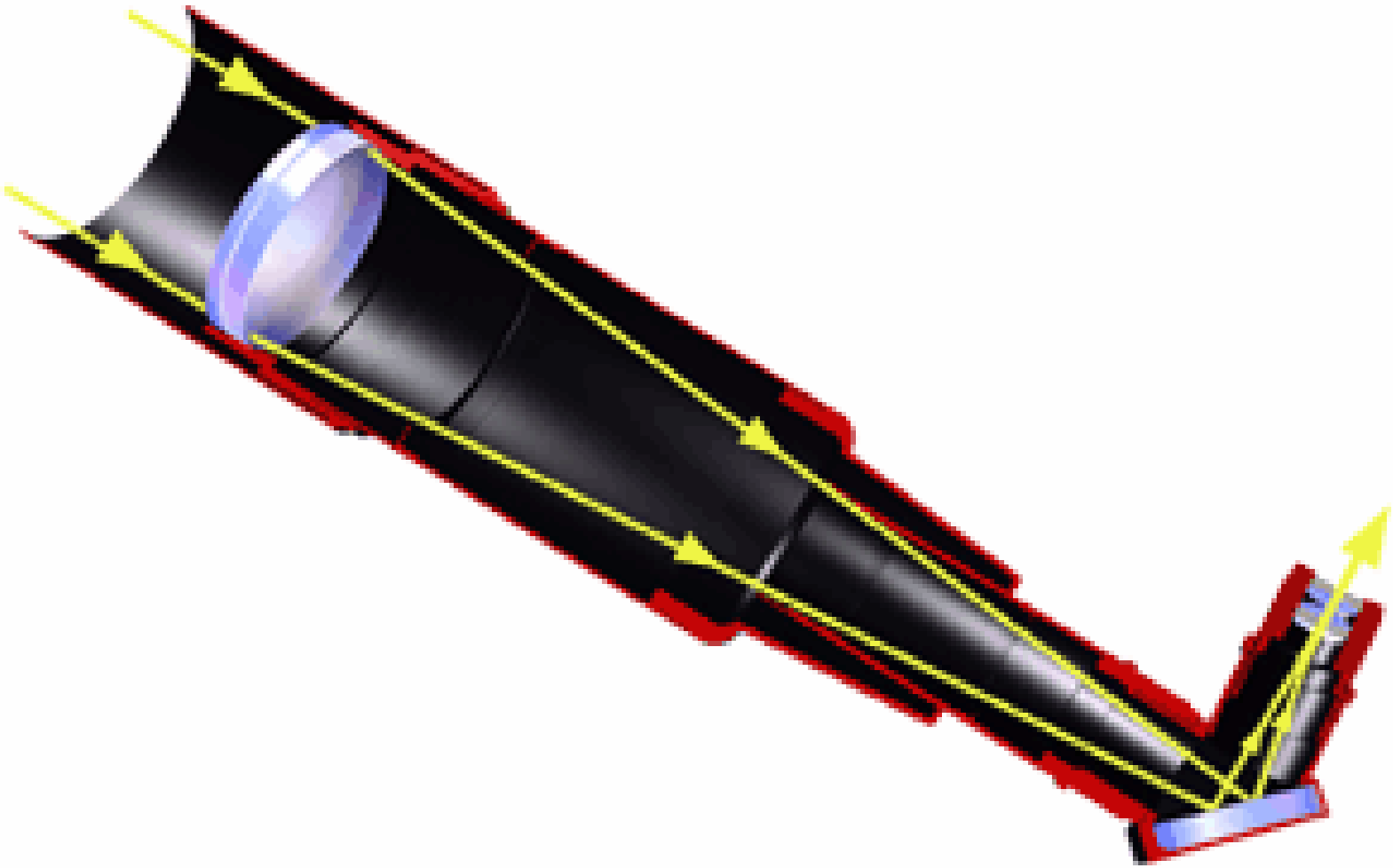
Optiken feljusterad



Optiken korrekt justerad

Barlowed laser

- Används för finkollimering av primärspegeln i Newtonteleskop
- Lasern monteras i en 2x Barlowlins, vilket skapar en röd yta i stället för en röd punkt
- Fäst en vit kartong med ett mittenhål på Barlowlinsens utsida
- Den röda ytan och skuggan av primärspegelns mittmarkering ska synas centrerade på kartongbiten



Refraktor

Kollimera refraktor

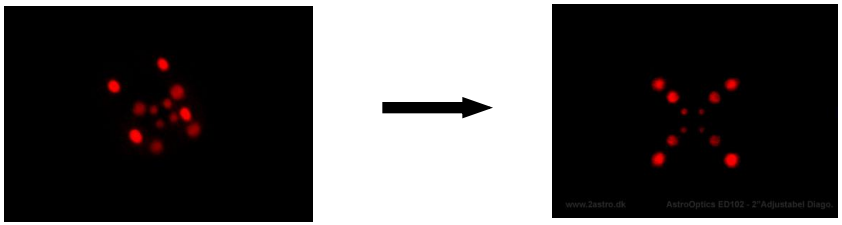
Kollimering behövs sällan för refraktorer. Ofta är ingen justering möjlig.

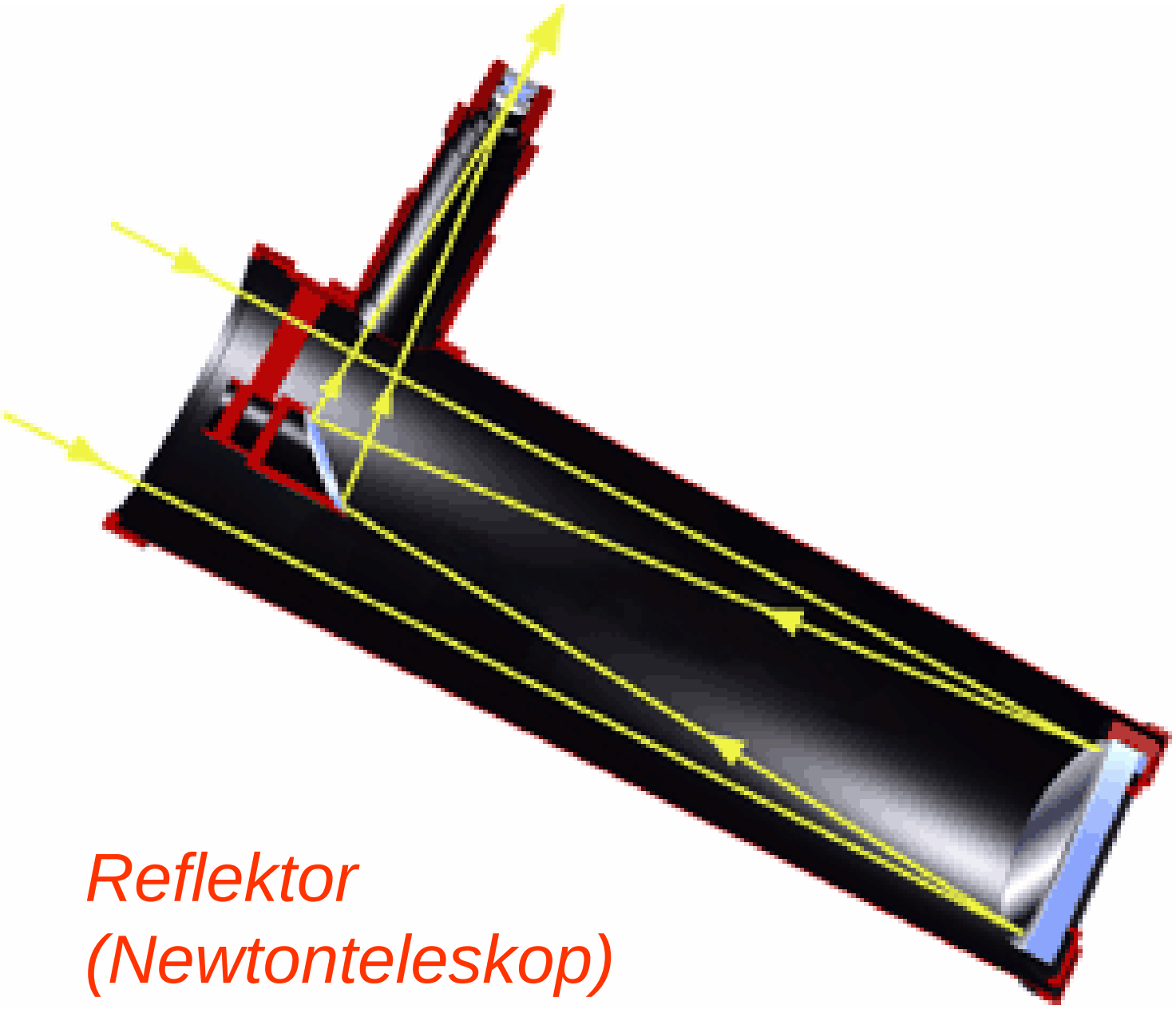
Kontroll med Cheshire:

1. Täck för objektivöppningen med linsskyddet
2. Använd inte diagonalspegeln
3. Sätt i Cheshireokularet i okularhållaren och lys med ficklampa
4. I okularet ska synas två eller tre koncentriska ringar vid rätt kollimering

Kontroll med lysdiod-pinhole:

1. Täck för objektivöppningen med linsskyddet
2. Använd inte diagonalspegeln
3. Sätt in lysdiod-pinhole i okularhållaren
4. Lysdiodernas speglingar i linsytorna ska bilda ett symmetriskt mönster

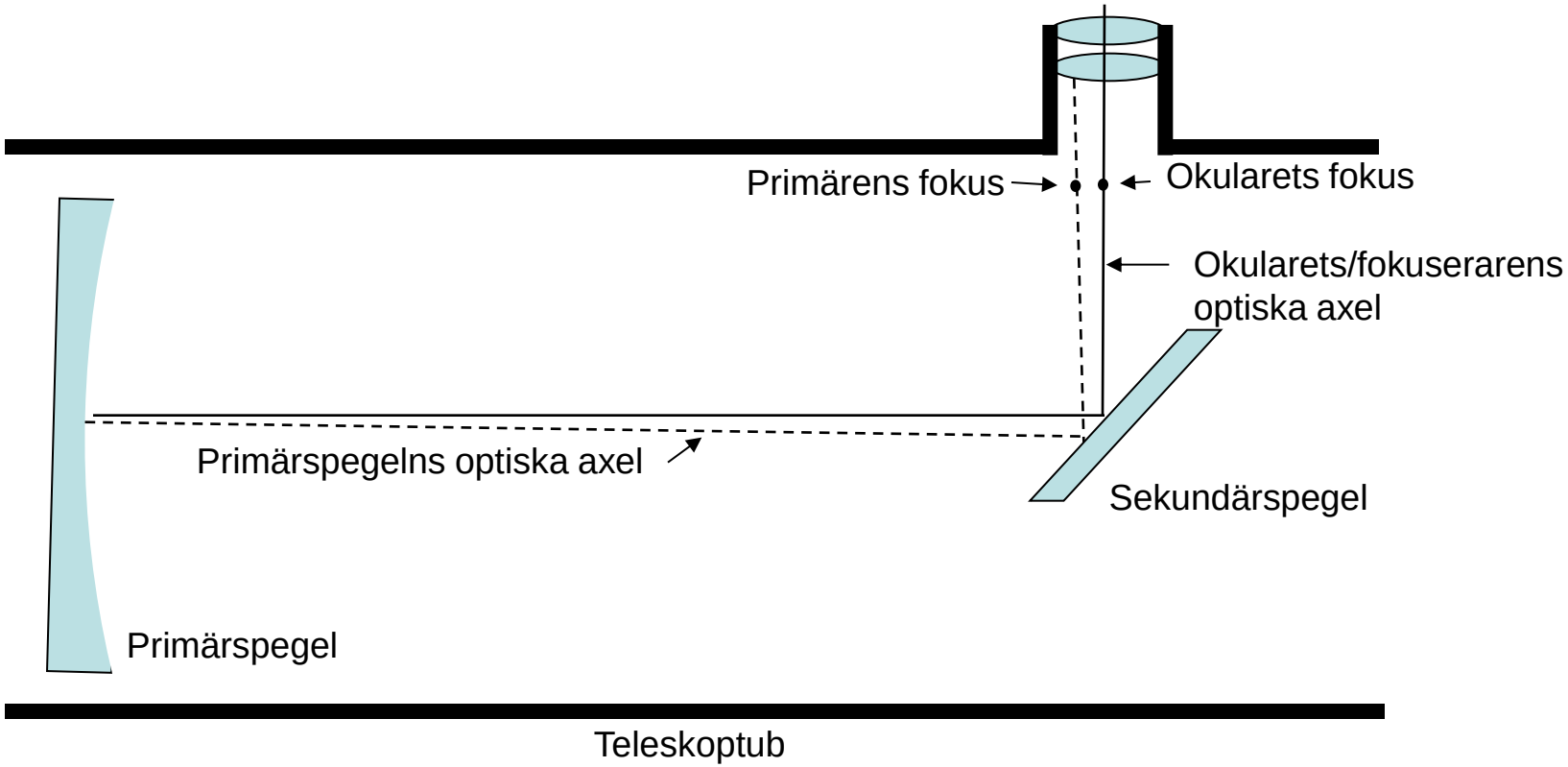




Reflektor
(Newtonteleskop)

Dobsonteleskop av tubmodell

Dobson med öppen konstruktion



Optiska axlarna i ett dåligt kollimerat Newtonteleskop

Kollimera Newton allmänt

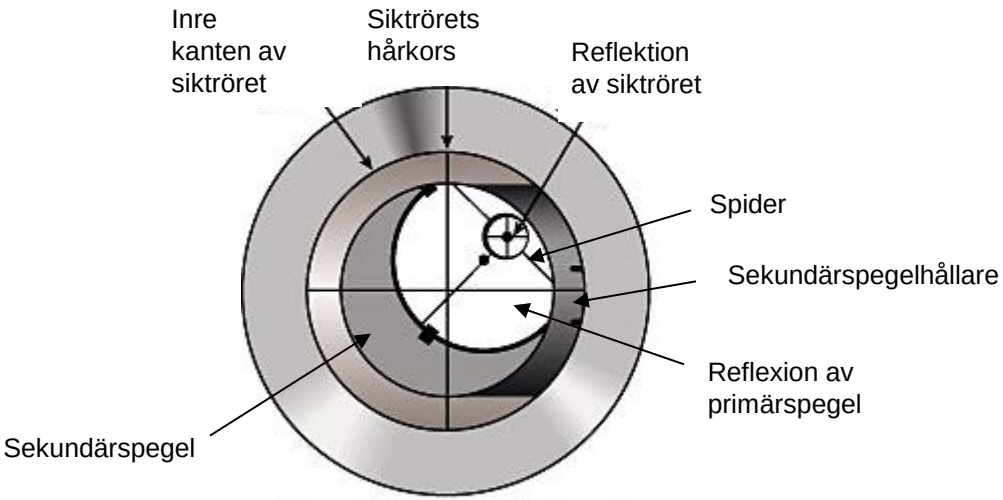
- Sekundärspegeln ska ses centrerad genom fokuseraren
- Primärspegeln bör ha en mittmarkering
- Sekundärspegelns optiska axel ska riktas mot primärspegelns mittmarkering
- Primärspegeln ska vinklas så att dess optiska axel sammanfaller med sekundärspegelns mittpunkt (ev. med offset)

Kollimera Newton med Cheshire

1. Centrera sekundärspegeln sedd genom fokuseraren (*justera sekundärens hållare*)
2. Centrera bilden av primärspegeln (*justera sekundärens vinkling*)
3. Centrera speglingen av siktröret (*justera primärens vinkling*)

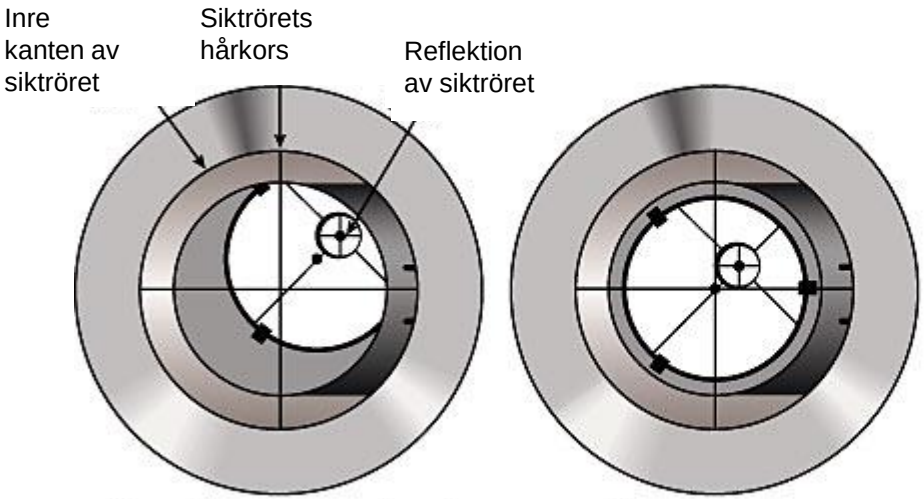
Ovanstående gäller om sekundären inte har offset

Kollimera Newton med Cheshireokular



Sekundärspegeln centrerad i siktröret

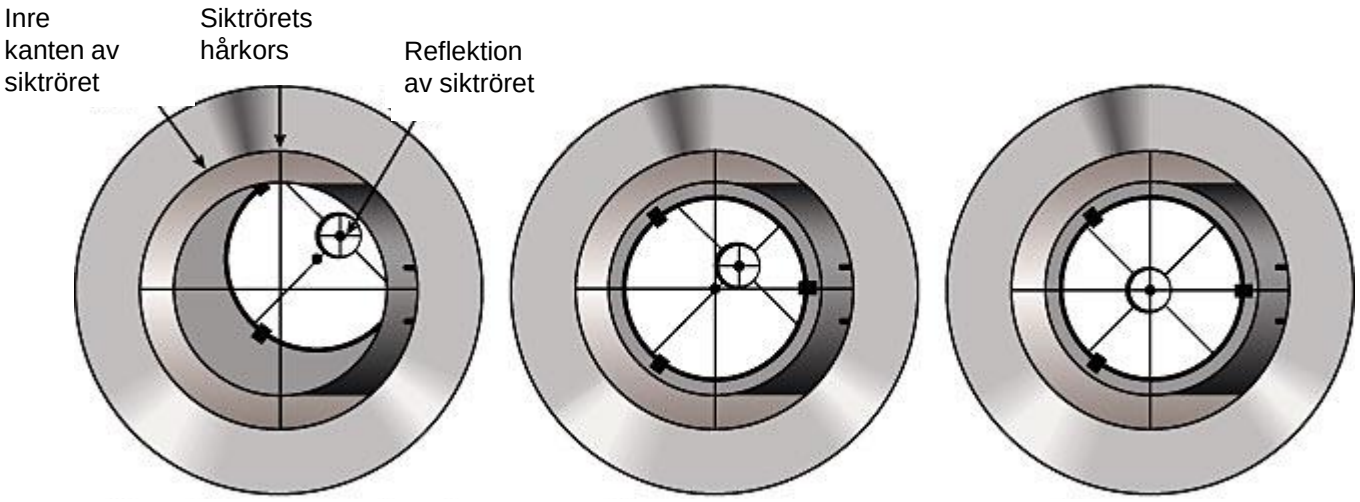
Kollimera Newton med Cheshireokular



Sekundärspegeln centrerad i siktröret

Sekundärspegeln korrekt justerad

Kollimera Newton med Cheshireokular



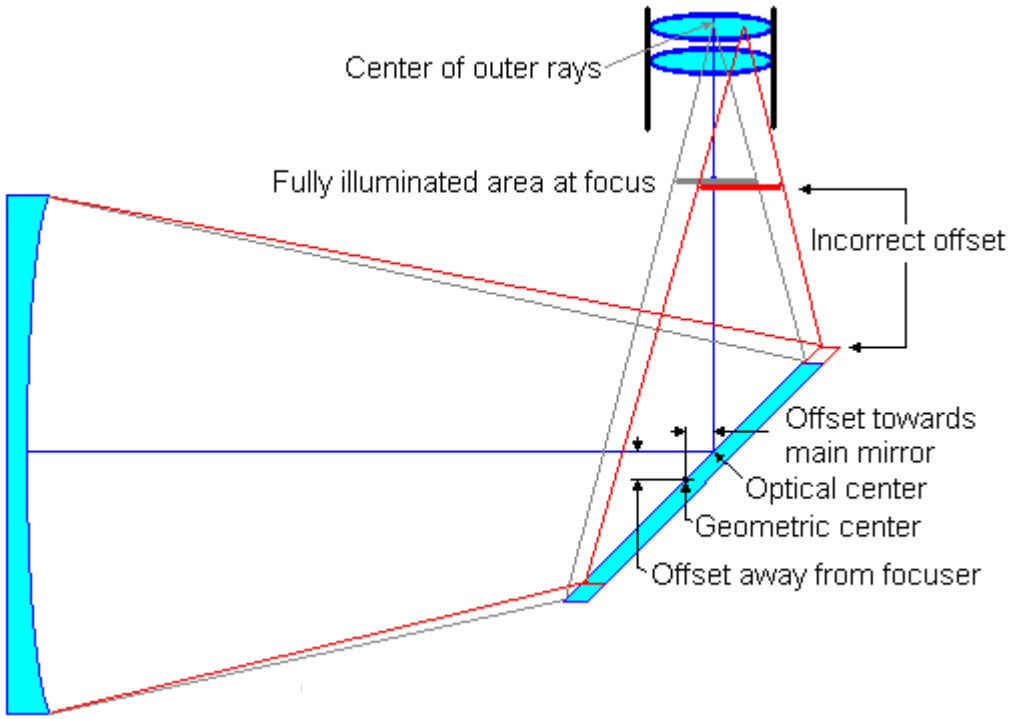
Sekundärspegeln centrerad i siktröret

Sekundärspegeln korrekt justerad

Primärspegeln korrekt justerad

För teleskop med lågt f-tal med offset blir sekundärspegelns spegelbild förskjuten

Offset av sekundären i Newton



The secondary mirror has an elliptical surface with a major to minor axis ratio equal to the square root of 2, for 90 degree deflection. Depending on its size, it lets some of the focal plane be fully illuminated, that is any point within the area of full illumination sees the whole primary mirror reflected in the secondary. Outside of this, some light is lost.
Due to the 45 degree tilt, the elliptic surface appears circular when you see it with your eye centered on the optical axis near the focus. However, due to the perspective, the center of the circle you see is offset from the geometric center of the ellipse, towards the edge nearest to the focuser. To be optically centered, the secondary mirror must be offset both in the direction **away from the focuser** and **towards the primary mirror.** The offset in each direction can be calculated with very complex formulae, but the formula **offset=minor axis/(4*focal ratio)** is accurate enough for practical purposes (it is exact if just the center is fully illuminated - with a larger fully illuminated field, the error is insignificant anyway). The distance along the mirror face from the center of the ellipse to the optical center is the offset multiplied by 1.414 (the square root of 2).
Example: with a 33 mm secondary mirror (the size refers to the minor axis) in a f/6 Newtonian, the offset is 33/(4*6) mm = 1.3 mm.

The secondary mirror has an elliptical surface with a major to minor axis ratio equal to the square root of 2, for 90 degree deflection. Depending on its size, it lets some of the focal plane be fully illuminated, that is any point within the area of full illumination sees the whole primary mirror reflected in the secondary. Outside of this, some light is lost.
Due to the 45 degree tilt, the elliptic surface appears circular when you see it with your eye centered on the optical axis near the focus. However, due to the perspective, the center of the circle you see is offset from the geometric center of the ellipse, towards the edge nearest to the focuser. To be optically centered, the secondary mirror must be offset both in the direction **away from the focuser** and **towards the primary mirror.** The offset in each direction can be calculated with very complex formulae, but the formula **offset=minor axis/(4*focal ratio)** is accurate enough for practical purposes (it is exact if just the center is fully illuminated - with a larger fully illuminated field, the error is insignificant anyway). The distance along the mirror face from the center of the ellipse to the optical center is the offset multiplied by 1.414 (the square root of 2).
Example: with a 33 mm secondary mirror (the size refers to the minor axis) in a f/6 Newtonian, the offset is 33/(4*6) mm = 1.3 mm.

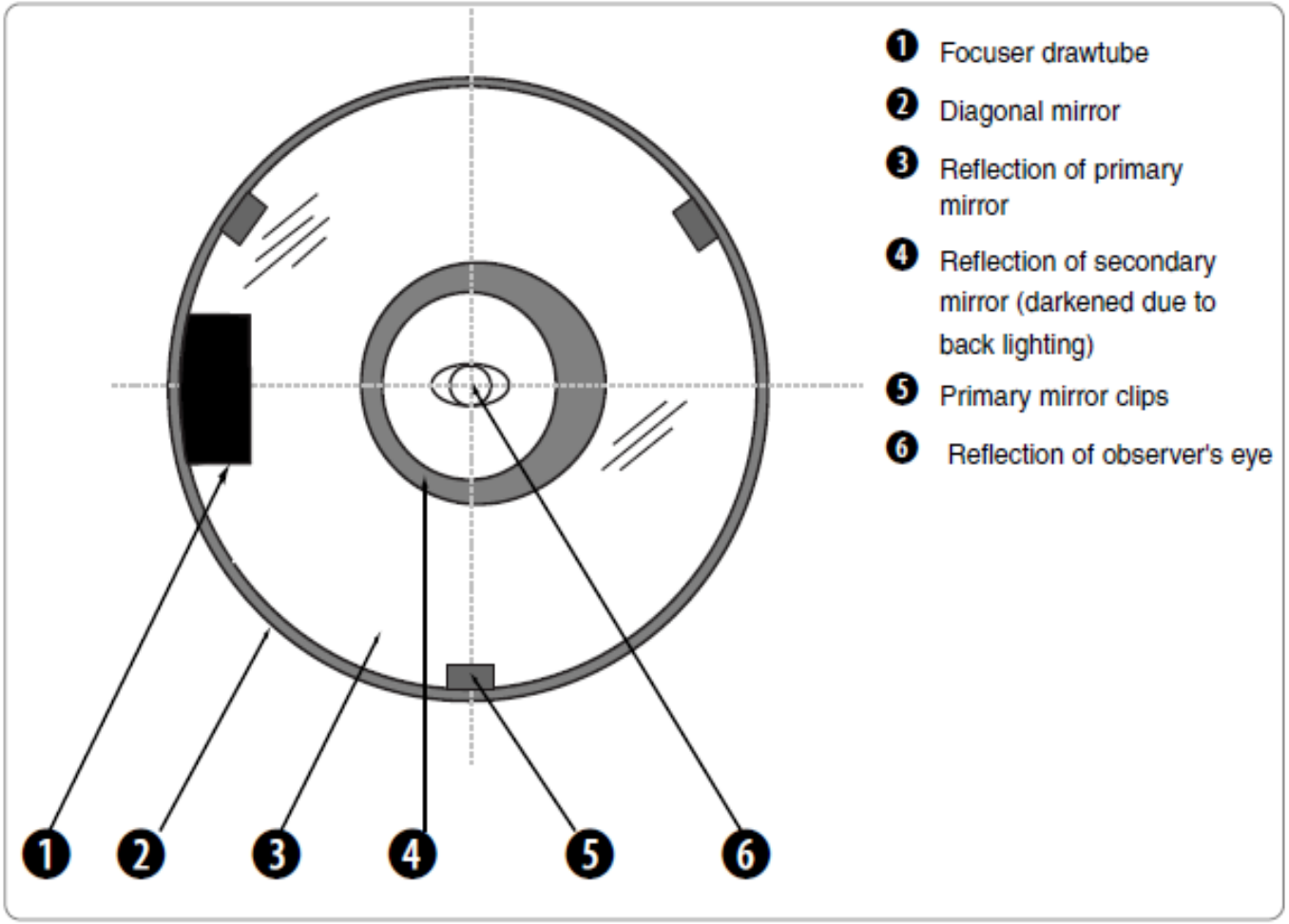


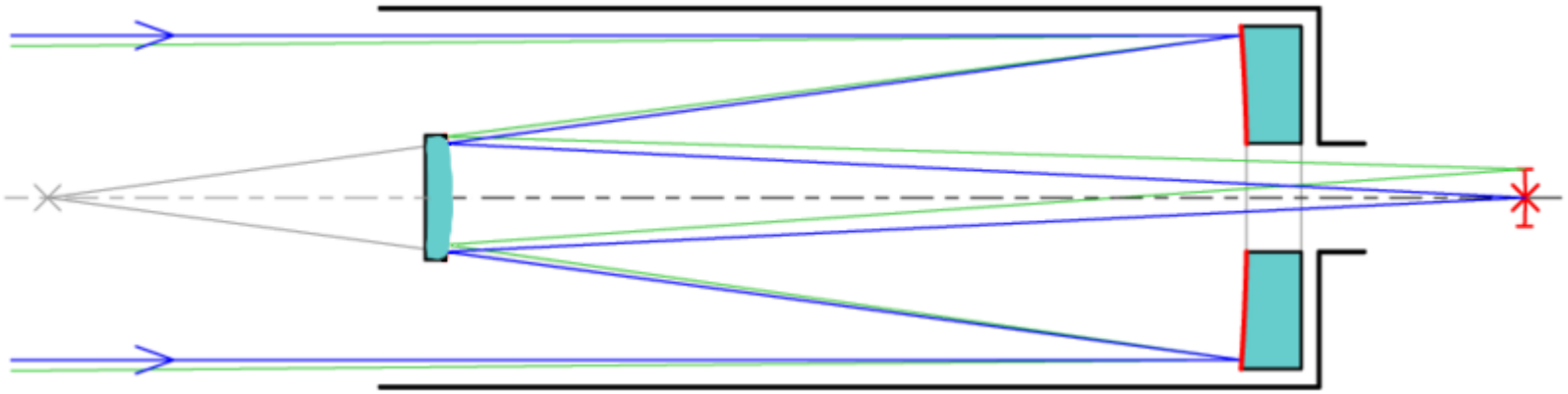
Fig. D: The view you will see while collimating a Schmidt-Newtonian telescope.

Kollimera Newton med laser

- Förutsättning: Sekundärspegeln injusterad med siktrör. Mittpunkten på primärspegeln utmärkt med ring eller punkt. Okularhållaren rätt vinklad.
- Sätt lasern i okularhållaren
- Justera sekundärens vinkling så att laserpunkten träffar primärens mittpunkt
- Justera primärens vinkling
  - De två röda punkterna på sekundären (utgående och återspeglad laserstråle) ska sammanfalla

  eller
  - Med Barlowed laser justeras så att den röda ytan och primärens mittmarkering centreras på Barlowlinsens utsida

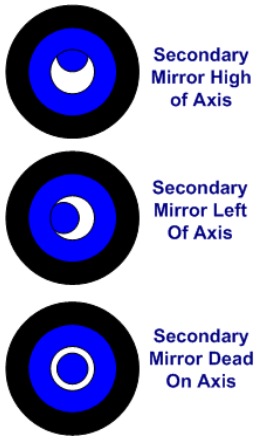
Klassisk Cassegrain



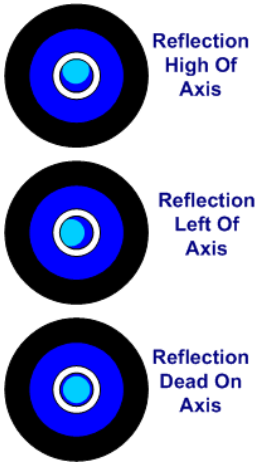
Kollimera klassisk Cassegrain med Cheshire

De första 4 stegen utförs i dagsljus inomhus

1. Mät in att både primär- och sekundär-spegel sitter hyfsat centrerade i teleskopröret
2. Sätt in ett Cheshireokular eller Pinhole i okularhållaren
3. Justera fokus så att sekundären syns tydligt och justera sekundären i sidled tills den är centrerad i öppningen



4. Lys in i Cheshireokularet och justera sekundärens vinkling tills speglingen av primären syns helt och hållet.



Kollimera klassisk Cassegrain med Cheshire

Vinkling av primärspegeln utförs vid stjärntest i mörker

5. Fokusera med ett högförstorande okular på en ljus stjärna i mitten av synfältet
6. Fokusera in och ut och studera Airy-disken. Justera vinklingen med primärens justerskruvar tills inget koma-fel finns kvar. Drag åt låsskruvarna

Kollimera klassisk Cassegrain med laser

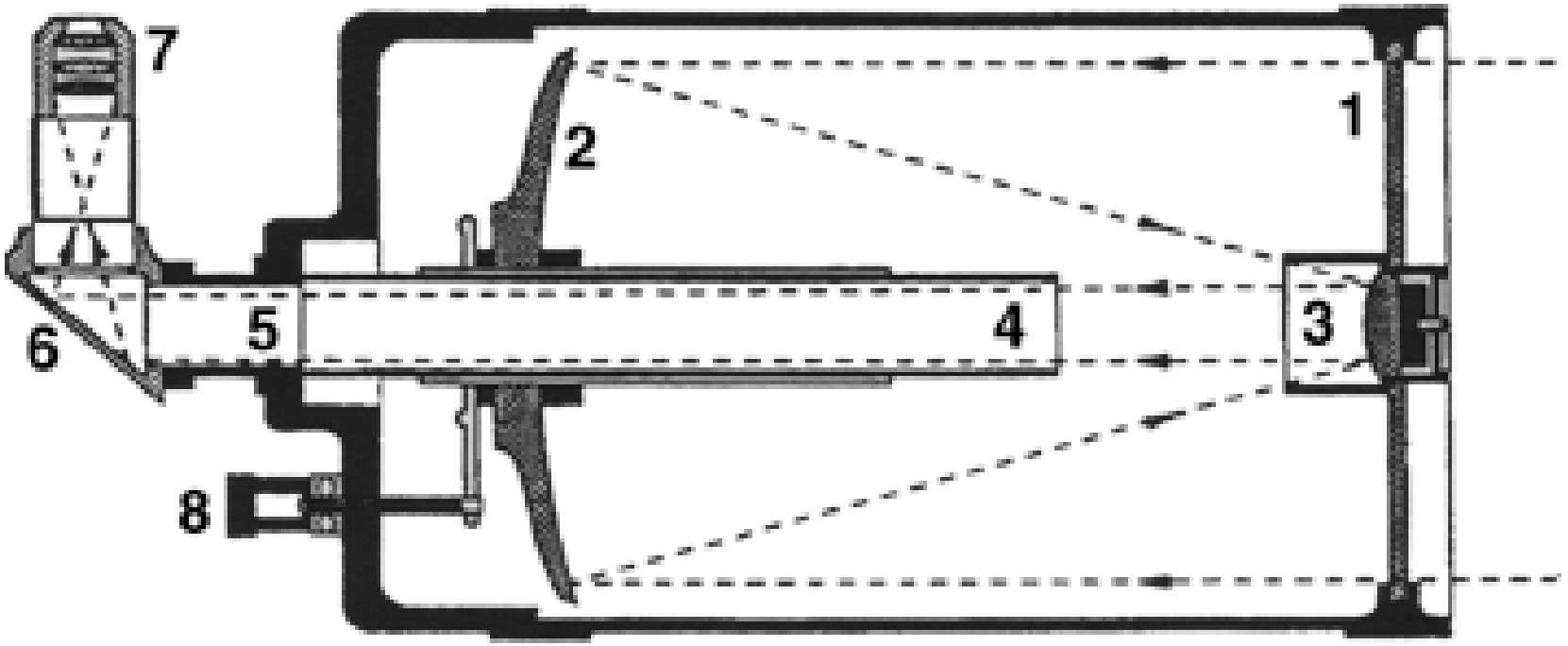
1. Mät in att både primär- och sekundärspegel sitter hyfsat centrerade i teleskopröret.

2. Sätt in en laserkollimator i okularhållaren.

3. Justera sekundären i sidled tills laserpricken är mitt i spegeln.
   Ev kan man använda en pappremsa av samma längd som tubens innerdiameter och med mitten utmärkt. Laserpricken ska då träffa mitten. Kolla med remsan i flera riktningar.

4. Justera vinkeln på sekundären så att den reflekterade laserpricken träffar mitt på laserns framsida.

5. För att justera primären ska man nu helst ha en laser med mönstergenerering (alternativt en Barlowed laser). Först justeras primären i sidled så att den är centrerad inom mönstret. Sedan vinklas primären så att skuggan av sekundären är centrerad i mönstret, som projiceras på en vägg framför teleskopet.



Schmidt-Cassegrain (SCT)

Kollimera SCT i dagsljus

- Placera teleskopet vågrätt och placera dig själv på ungefärligt fokalavstånd från frontlinsen. Dvs 2 m ifrån om fokallängden är 2 m
- Titta i teleskopet och hitta skuggan av den centrala obstruktionen (sekundärspegelhållaren)
- Placera ögat så att nämnda skugga syns något större än själva sekundärspegelhållaren. Skuggan och hållaren ska också synas koncentriska. Sätt upp en kartongbit med titthål på ett stativ där ögat ska vara. Nu kan du röra dig mellan detta läge och teleskopet när du kollimerar
- Genom titthålet kan du se flera mörka och ljusa ringar. Om dessa är koncentriska (fig A) är teleskopet rätt kollimerat.
- Om ringarna inte är koncentriska (fig B) ska teleskopet justeras med små rörelser på justerskruvarna

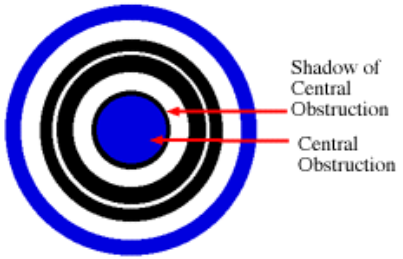


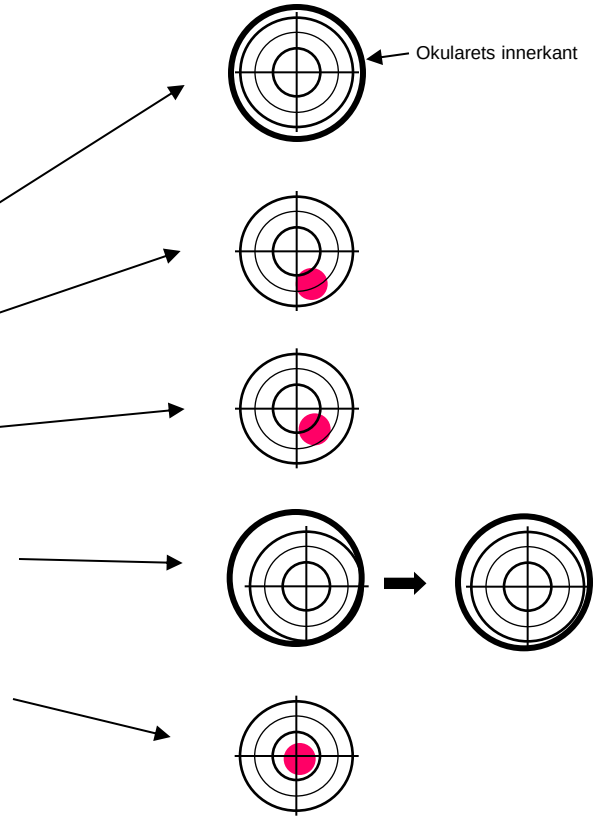
Fig A. Rätt kollimerat

Fig B. Felkollimerat

Kollimera SCT med laser

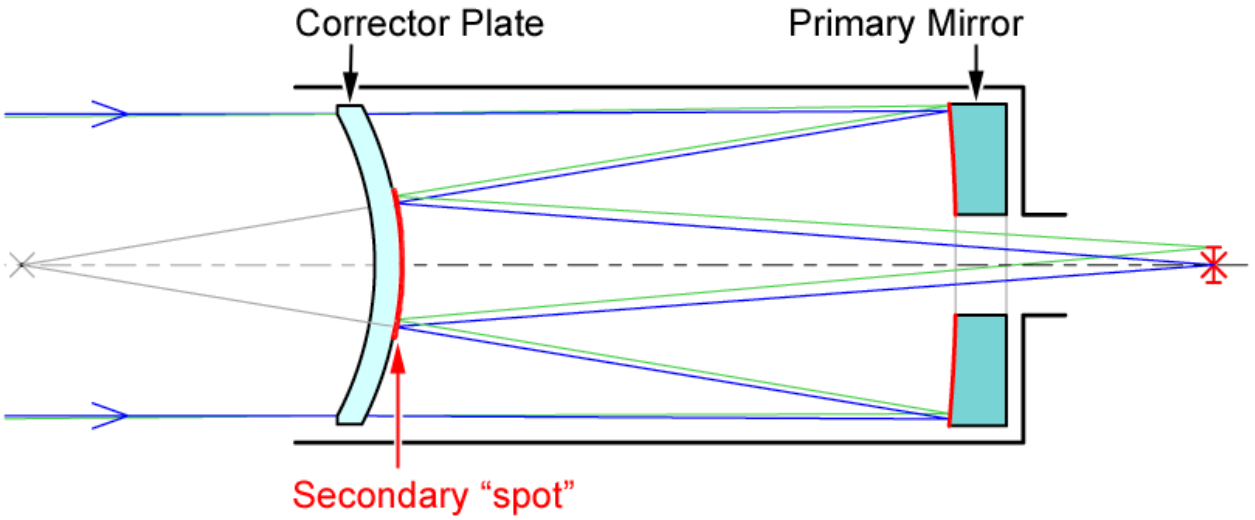
- På ett Schmidt-Cassegrain teleskop kan man oftast bara justera sekundärspegeln, som är monterad på korrektionslinsen längst fram
- Var mycket försiktig när du vrider justerskruvarna, max ½ varv

1. Ta bort diagonalspegeln, sätt in ett okular och placera tuben vågrätt
2. Sätt upp en ringad måltavla strax bortom närmaste fokus (c:a 10 m). Fokusera och centrera måltavlan
3. Sätt in lasern och studera laserpunktens läge
4. Justera sekundärspegeln så att laserpunkten flyttar sig max 40 % av avståndet till måltavlans mitt
5. Sätt in okularet igen och justera teleskopets riktning i RA och Dek lätt, max 40 % mot centrering
6. Sätt in lasern och justera sekundären på nytt. Nu bör laserpunkten vara nära mitten och teleskopet vara bra kollimerat



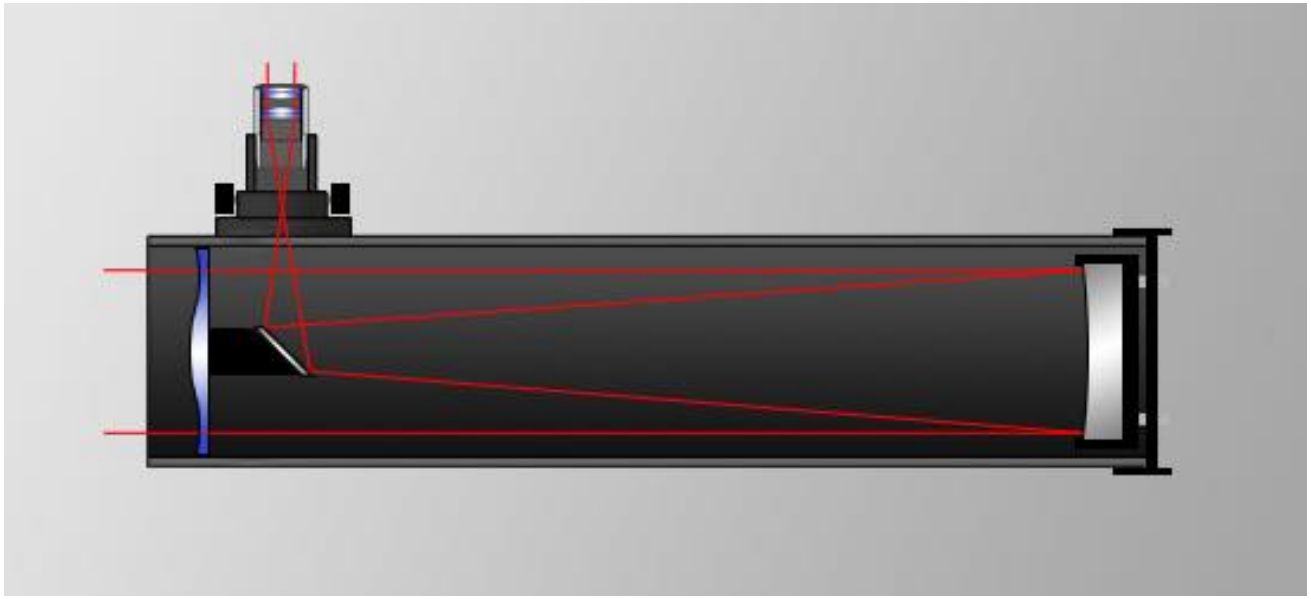
Maksutov-Cassegrain

- Går i regel ej att kollimera. Fabrikskollimerad
- Exempel Meade ETX90/125



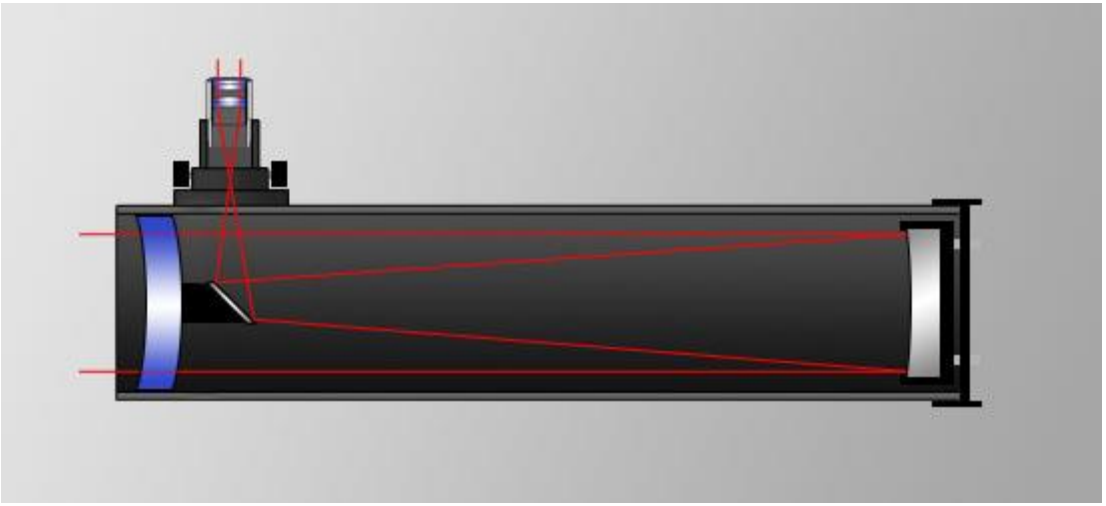
Schmidt-Newton

- Korrektionslins av samma typ som SCT för att minska en del av aberrationen jämfört med ett standard Newton
- Passar bra för både visuellt och fotografiskt bruk
- Exempel Meade LXD75



Maksutov-Newton

- Maksutov-Newton har en menisk som korrektorlins för att minimera aberrationen jämfört med ett standard Newton. Utmärkt för visuellt bruk och även bra för foto, speciellt för planeter.



Stjärntest

- Utförs som sista kontroll efter kollimering
- Kräver mörk himmel, stabil luft = bra seeing, inget ströljus
- Sikta på en stjärna av minst magnitud 1
- Använd ett okular som ger måttlig till hög förstoring
- Fokusera på stjärnan exakt mitt i synfältet, defokusera sedan lite
- Diffraktionsringarna ska vara koncentriska

Det går inte att kollimera!

- Teleskopet är felbyggt
- Teleskopets optik är dålig
- Justeringsskruvar fastrostade
- Laserkollimatorn feljusterad