



**BERGEN
ASTRONOMISKE
FORENING**



Introduksjon til Astrofotografering

Foredrag i Bergen Astronomiske Forening

Mai 2022

Basert på foredrag:

Mars/Mai 2009

Workshop Februar 2013

September 2014

September 2019

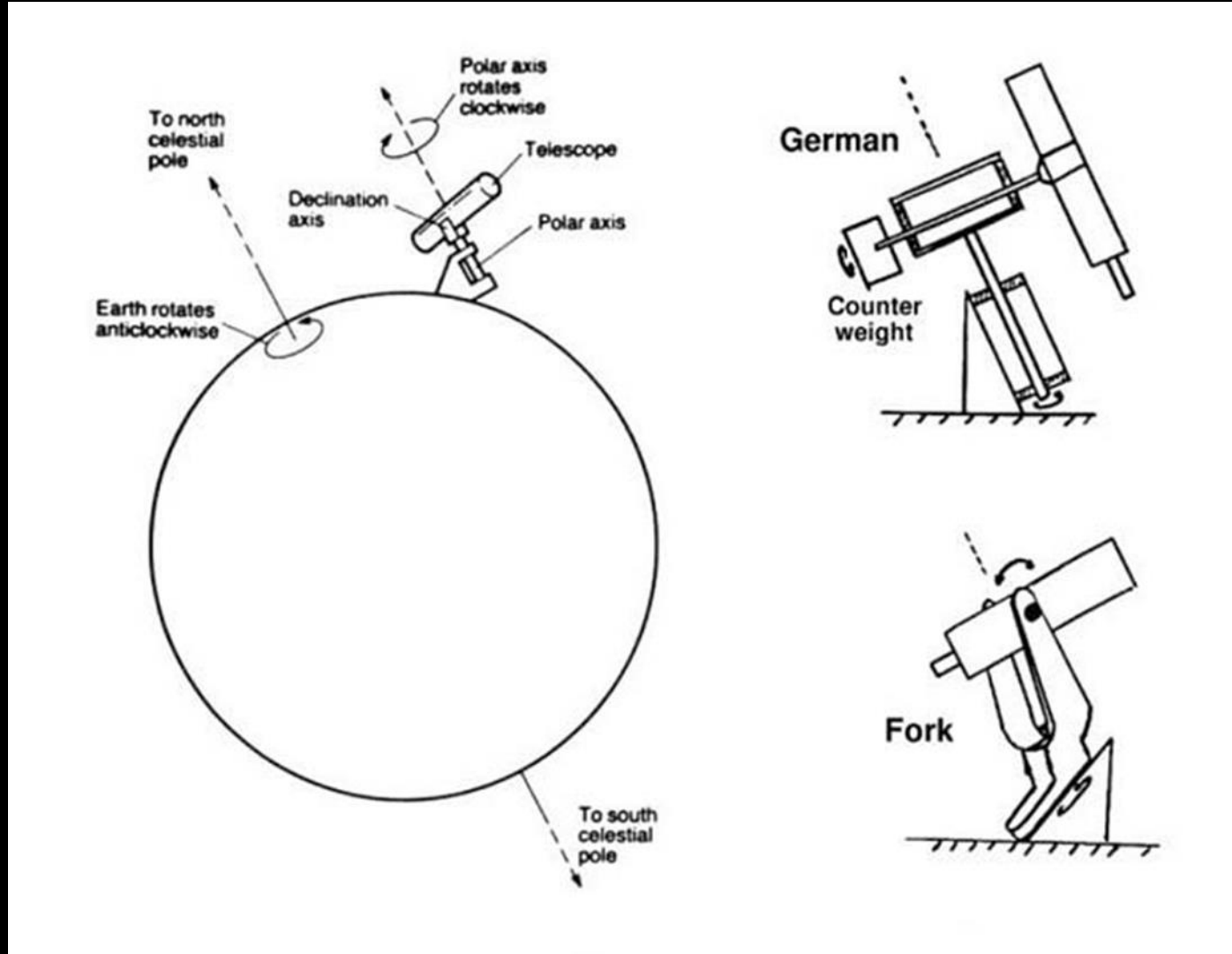
Odd Høydalsvik



Utfordringer og løsninger

- **Utfordringer:**
 - Svakt lys.
 - Motivet beveger seg. Stjernehimmelen roterer og stjernene danner streker i bildet.
 - Lysforurensing og månelys.
 - Høy ISO og lange eksponeringer gir «støy» i bildene.
- **Løsninger:**
 - Lyssterk optikk.
 - Relativt korte eksponeringer (500-regelen).
 - Høy ISO eller forsterkning i bildebehandling (avhengig av type kamera du har).
 - Redusere bildestøy ved å ta flere bilder og «stacke» dem.
 - Lange eksponeringer krever følgeplattform («tracker») eller en ekvatorialmontering med motordrift som følger rotasjonen til stjernehimmelen.
 - Oppsøk mørke steder langt fra tettbebyggelse.
 - Sjekk månefasen, helst mindre enn 40-50% opplyst måne. Eller et par timer før månen kommer opp eller etter at den har gått ned.
 - Rekognoser gjerne i dagslys, slik at du blir obs på ting og hindringer du ikke ser i mørket.

Ekvatorialmontering



Utstyr

- Basisutstyr

- Speilreflekskamera eller speilløst systemkamera
- Snorutløser eller trådløs fjernutløser
- Objektiver: vidvinkel, normal, tele
- Stødig stativ
- Tracker for å følge stjernene
- Snorutløser eller trådløs fjernutløser

- Avansert

- Teleskop med ekvatorialmontering og motordrift
- Speilreflekskamera eller speilløst systemkamera
 - Snorutløser eller trådløs fjernutløser
- Planetkamera (video) og PC
- Dedikert astro-CCD kamera (farge eller monokrom), helst med kjøling
 - Datastyring av kamera og montering

Astrofoto med relativt enkle midler

Med teleobjektiv og tracker

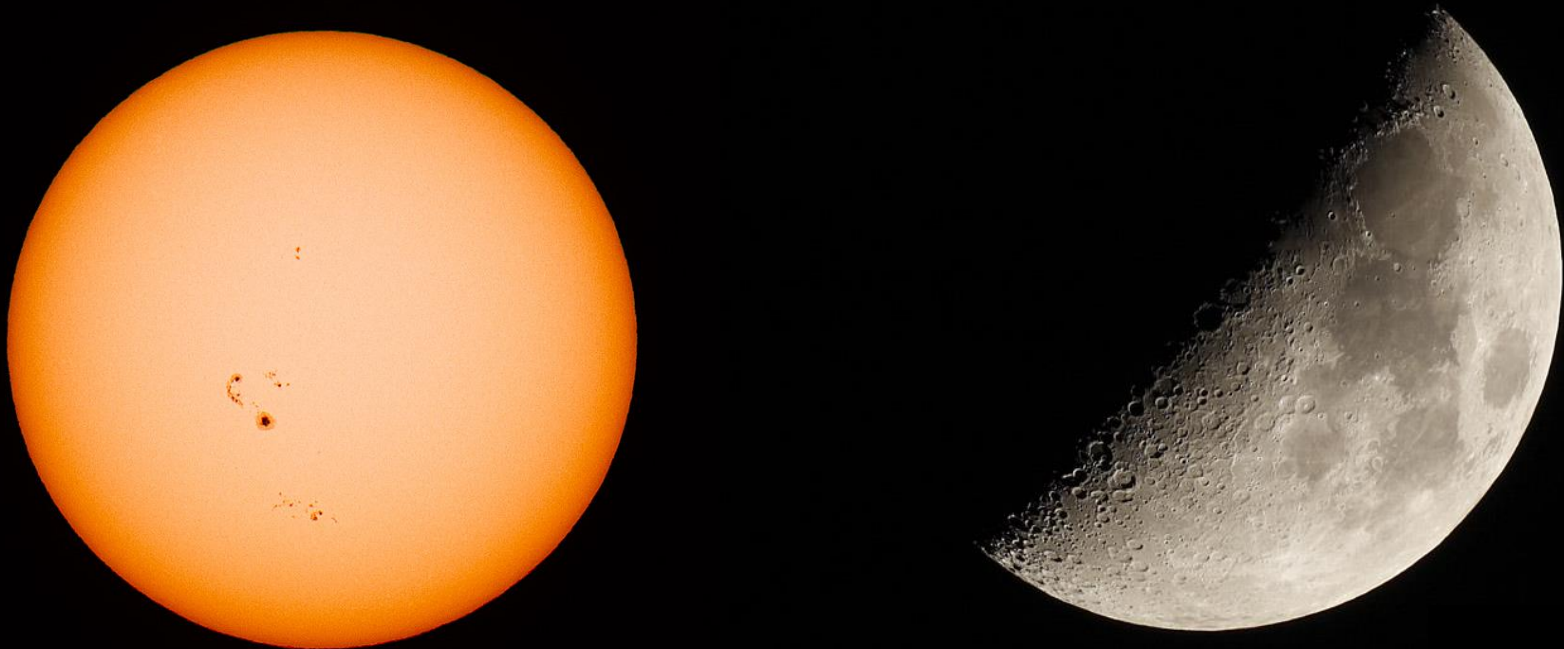
- Andromedagalaksen M31
- Digitalt speilreflekskamera
- Tracker
- Manuell fokus
- 70-200mm objektiv @200mm
- Manuell eksponering
- 29 x 90s, f4, ISO3200
- Stacket i Deep Sky Stacker
- Etterbehandling i Photoshop/Lightroom



Copyright © 2015 Odd Høydalsvik

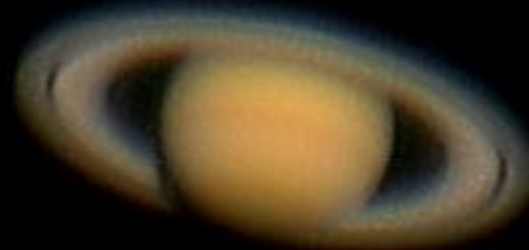
Astrofoto med enkelt teleskop eller telelinse

- Sol og Måne
- Brennvidde helst 600mm og oppover
- Benytt trygt solfilter! F.eks. [Baader AstroSolar](#)
- Bruk lysmåleren i kamera, spotmåling dersom du har det.



Astrofoto med teleskop - Planeter

- Teleskop med motordrift og lang brennvidde (minst 1500mm og oppover)
- Kamera som kan ta opp film
- Stacking av de beste av hundrevis av bilder fra filmene (Lucky imaging)



Med avansert utstyr: Deep Sky



- Kamera: Canon EOS 40D, modifisert av Hutech for ekstra rødfølsomhet (Type Ib)
- Teleskop: Borg 101ED refraktor med f4 reducer, Ekvatorialmontering med autoguiding
- Eksponering: 8 x 3min, f4, 800 ISO. Pluss bias-, mørke- og flatfeltbilder
- Sted: Mjølfjell (svært mørk natthimmel)

Med avansert utstyr: Smalbånd



- Kamera: ZWO ASI 1600MM med filterhjul og filtre for Ha, Oiii og Sii
- Teleskop: Borg 101ED refraktor med f4 reducer, Ekvatorialmontering med autoguiding
- Eksponering: Totalt 10 timer, pluss darks, bias og flats
- Sted: Sandsli, mye lysforurensing



Utstyr

Punkt 1: Start med det du har!

Begynn med det enkle og søk
erfaring.

Trackere:

For kamera med objektiv.

De største kan brukes med små refraktorer.

Monteres på et solid fotostativ.

Motordrift som følger stjernene.

Rotasjonsaksen må siktes inn mot polstjerna.

Med nøyaktig oppsett kan man eksponere i flere minutter.

Mange modeller på markedet.

Her er noen eksempler:



iOptron Skyguider pro
Ca GBP 400 + mva



SkyWatcher Star Adventurer
Ca kr 5.500 -7.500



Vixen Polaris
Ca USD 400 + mva



MSM (Move-Shoot-Move)
Ca USD 250 + mva

Ekvatorialmonteringer - Eksempler fra Skywatcher:



Liten og lett:
EQM-35 Pro
For små teleskop
Ca kr 10.000



Middels:
HEQ5 Pro
For små til middels
teleskop
Ca kr 15.000



Klarer det meste: EQ6-R Pro
Ca kr 21.000

iOptron lager en del gode monteringer i samme klasse.
Og så finnes det mange bedre og dyrere monteringer!



Teleskop

- Start med det du har, og utforsk muligheter og begrensninger.
- Begynn gjerne med kamera og fotolinse med kort brennvidde. Gå opp i brennvidde ettersom du får mer erfaring.
- Type teleskop er avhengig av motiv:
 - Stjernetåker og store galakser: Kort brennvidde 300-800mm og høy lysstyrke
 - Små galakser/tåker: 800-2000mm og helst høy lysstyrke
 - Sol og Måne: 800-1600mm, lysstyrke ikke viktig
 - Planeter: 2000mm og oppover, lysstyrke ikke særlig viktig
- Type teleskop - reflektor, refraktor eller cassegrain (SCT) er mindre viktig, men de har litt ulike bruksområder. Optisk kvalitet er viktig!
- De fleste refraktorer og SCT trenger en “field flattener”. Denne reduserer ofte brennvidda til teleskopet med en faktor på typisk 0,7 eller 0,8.
- Newton-reflektorer trenger en koma-korrektor.

Kameratyper



- Kompakt digitalkamera
 - + Kan også benyttes til vanlig fotografering.
 - + Billig og enkelt.
 - + Lite og lett.
 - Små objektiv samler lite lys.
 - Begrenset dynamikkområde.
 - Begrensede muligheter for manuell kontroll.
 - Begrenset på lange lukkertider.
 - Ikke særlig egnet til bruk med teleskop.

Kameratyper

- Systemkamera: Speilrefleks (DSLR) eller speilløst

- + Kan også benyttes til vanlig fotografering.
- + Har etterhvert blitt relativt rimelig.
- + Stor bildebrikke.
- + Lav støy på nyere modeller.
- + Godt dynamikkområde i råformat.

- Relativt stort og tungt.
- Ikke så følsomt som dedikerte astro-kameraer.
- Vibrasjoner fra speilet.

- Modifisert systemkamera

- + IR-cutoff filteret er erstattet med et filter som gir utvidet rødfølsomhet og dermed mer følsomt for Hydrogen-alfa (H-alfa).
- + Dette gjør det svært godt egnet for deep-sky.



Speilrefleks



Speilløst

Kameratyper

- Dedikert astrokamera
 - + Relativt lite og lett.
 - + Svært god følsomhet.
 - + Lav bildestøy (pga kjøling).
 - + Ingen speil som lager vibrasjoner.
 - + Følsomt for større bølgelengdeområde (bl.a. H-alfa).



- Kun egnet til astrofoto.
- Dyrt.



- Finnes både med fargebrikke og monokrombrikke.
- Monokrom gir best resultater, men det er tidkrevende å ta bilder i alle fargene, og arbeidskrevende å lage fargebilder!
- Priser fra ca kr 8.000 og oppover

Kameratyper

- Planetkamera

- + Billig og enkelt

- + Lite og lett

- Liten bildebrikke gir smalt utsnitt

- Noen har kun korte lukkertider og egner seg best for planeter, månen o.l.

- Priser fra ca kr 1.500 og oppover



Koble kamera til teleskop

- T-ring som passer ditt kamera
- Overgang fra T-ring til okularholder
- Okularholderen bør helst være 2 tommer for å unngå vignettering (mørke hjørner)
- Dersom du bruker flattener e.l. så har denne gjerne M42 eller M48 gjenger. Da må du muligens ha en overgangring som gir riktig avstand til bildebrikka (i stedet for okularholder-ringen).



Korreksjon av optiske feil

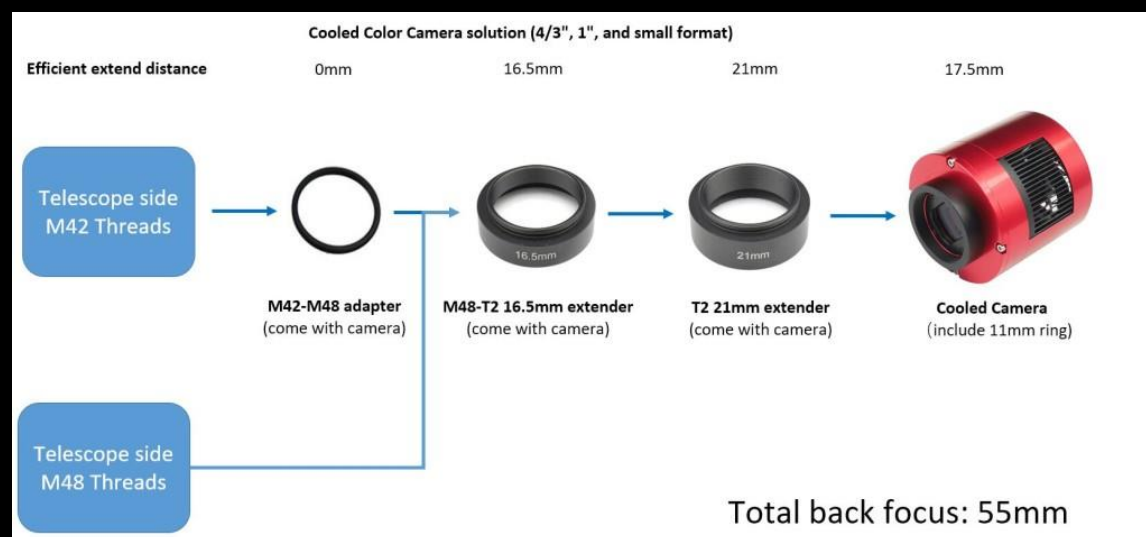
Typisk ukorrigert optikk: Skarpt i sentrum, Uskarpt mot kantene.
Det trengs en «field flattener» for å korrigere dette.
For Speilteleskop trengs det en komakorrektor.



Backfocus

For at field flattener eller komakorrektor skal fungere riktig er det viktig at avstanden til fokusplanet er helt korrekt.

Dette justeres med avstandsringer i ulike dimensjoner.



Kjekt å ha:

- Varmebånd som hindrer dugg på linsene.
- Motorfokus.
- Polkamera.
- Flatfeltspanel.
- Computerstyring:
 - PC med diverse programvare
 - AsiAir (alt-i-ett boks, styres fra nettbrett/telefon)



Flatfeltspanel



Oppsett for Deep-Sky

Ekvatorialmontering og motordrift

Avansert oppsett



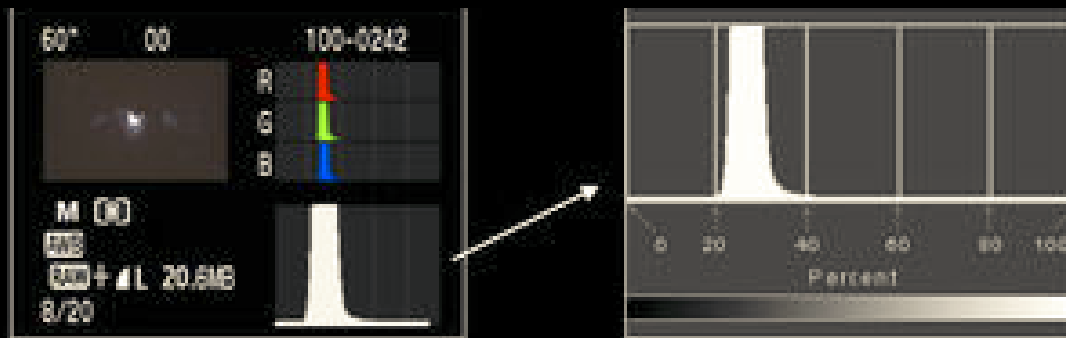
- Teleskop med:
 - digitalt speilrefleks
 - eller dedikert astrokamera
- Snorutløser eller styring fra PC via USB
- Ekvatorialmontering med motorstyring er nødvendig for lange eksponeringer.
 - AltAz-montering gir feltrotasjon og dermed uskarpe bilder når eksponeringene blir lange.

Utfordringer

- Eksponering
- Poljustering
- Tracking og guiding
- Stabil montering
- Fokusering
- Støy
- Lysforurensing
- Valg av utstyr og programvare

Eksponering

- Eksponeringen justeres slik at himmelbakgrunnen ikke blir helt svart.
- Dette sikrer at man får med svake detaljer i galakser og tåker.
- Sjekk histogrammet på kameraet! (dersom du har det).
 - Histogrammet bør være forskjøvet 10-20% ut fra venstre kant.
- Svartnivået justeres i bildebehandlingen.



Poljustering

- Monteringen sin polakse må være nøyaktig parallell med jordaksen.
 - Hvis ikke vil stjernene bevege seg under eksponeringen.
- Metoder:
 - Polsøkerkikkert innebygd i monterings polakse
 - Drift-alignment
 - Polkamera med tilhørende programvare

Poljustering

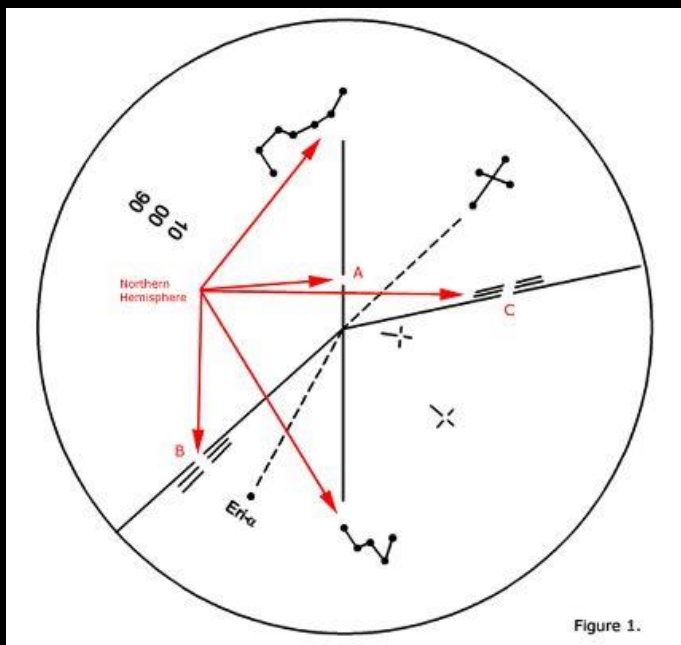


Figure 1.

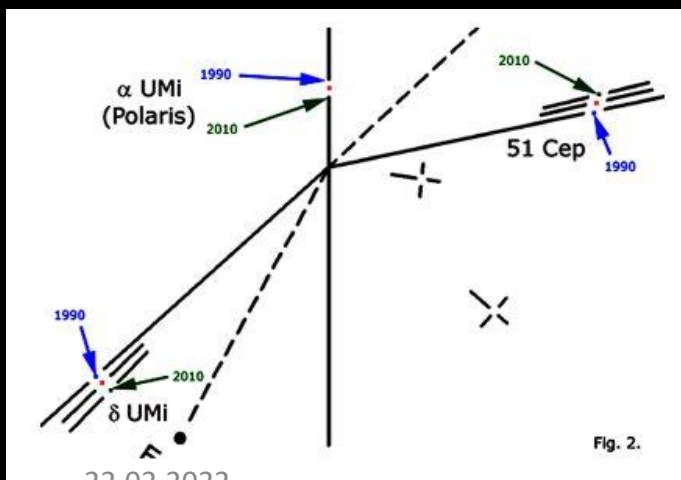
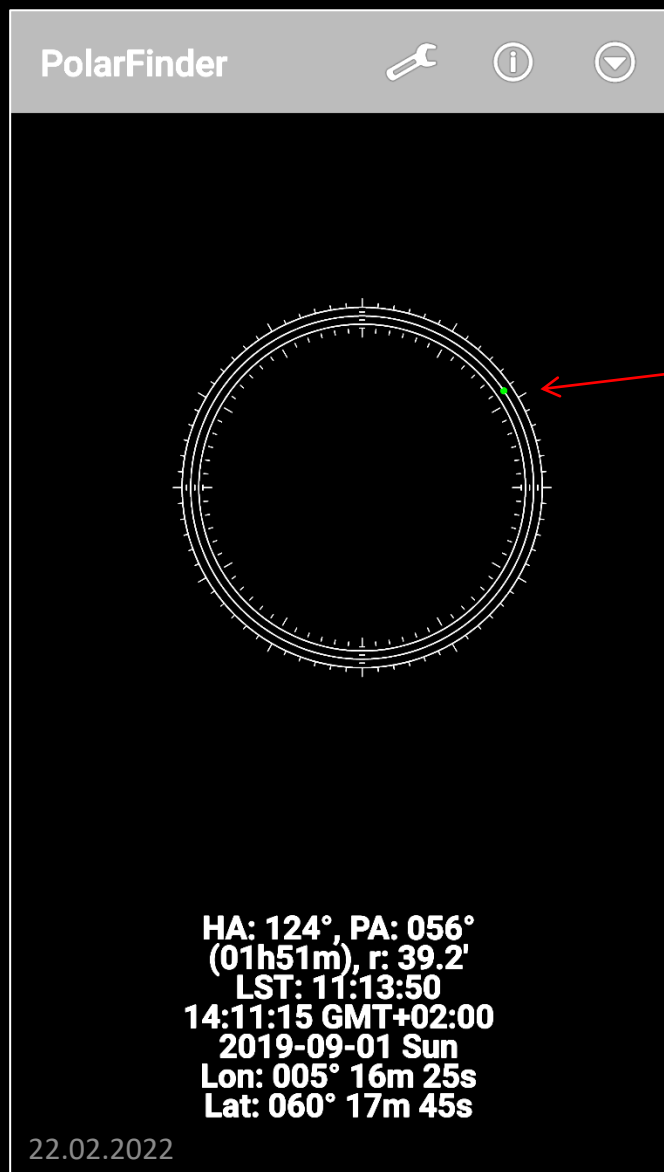


Fig. 2.

- Det finnes flere varianter polsøkere.
- En typisk polsøker er vist på figuren.
- Sikt monteringa slik at Polaris er omtrent midt i feltet.
- Drei søkekikkerten slik at Kassiopeia og Karlsvogna er omtrent orientert som på stjernehimlen.
- Juster asimut og altitude slik at Polaris står i spalte A.
- Finjuster slik at Delta Ursa Minoris står i spalte B.
 - Dreie polsøker
 - Justere Asimut
 - Justere Altitude
- Dersom himmelen er mørk nok, juster slik at stjerne nr 3 (51 Kefeus) står i spalte C.

Poljustering for Star Adventurer

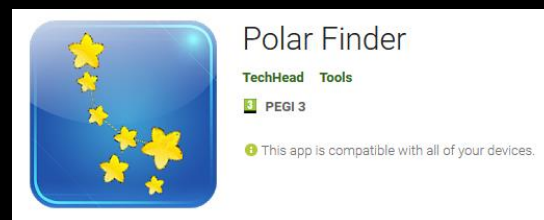


PolarFinder

HA: 124°, PA: 056°
(01h51m), r: 39.2'
LST: 11:13:50
14:11:15 GMT+02:00
2019-09-01 Sun
Lon: 005° 16m 25s
Lat: 060° 17m 45s

22.02.2022

- Polar finder app viser posisjonen som Polaris skal ha i søkeren på Star Adventurer (og på mange andre typer monteringer)



Drift Alignment

- Kan brukes når man ikke har utsikt til Polaris.
- Krever øvelse og tålmodighet.
- Må kunne se stjerner på meridianen, i øst og i vest.
- Bruk helst okular med trådkors
 - Høy forstørrelse, minst 200x
 - eller et webkamera e.l. i okularholderen.
- Still inn monteringa så nøyaktig som mulig vha kompass og gradskalaen på altitude-aksen.

Drift alignment

1. Finn ei stjerne på meridianen og følg denne.
 - Dersom stjerna drifter opp, juster asimut slik at stjerna beveger seg mot høyre
 - Dersom stjerna drifter ned, juster asimut slik at stjerna drifter mot venstre
 - Sentrer stjerna igjen og gjenta prosedyren gradvis til stjerna ikke drifter synlig opp eller ned.
2. Finn ei stjerne på ekvator og ikke mer enn 15° avvik fra rett øst eller vest, og følg denne.
 - Øst: Hvis stjerna går opp, juster altitude ned
 - Vest: Hvis stjerna går opp, juster altitude opp
3. Bruk samme prosedyre som over, men nå er det altituden som skal justeres.
4. Gjør en sjekk mot stjerna på meridianen og finjuster asimut om nødvendig. Stjerna bør stå helt i ro i minst 5 minutt.

Polkamera



- Kamera som monteres på polaksen til ekvatorialmonteringa.
- Egen software som gir instruksjoner om hvordan man skal stille inn monteringa.
- Eksempel: QHYCCD Polemaster
- AsiAir og N.I.N.A. har funksjon for poljustering som bruker kameraet på teleskopet.

Tracking

- Tracking er motordrift som sørger for at teleskopet følger stjernenes bevegelse rimelig bra.
- Periodisk feil: Unøyaktigheter i tannhjul og snেকে medfører at objektet kan drive litt fram og tilbake i bildefeltet. Dette ser man tydelig på billige monteringer. Bevegelsen repeterer seg for hver omdreining av snekka.
- PEC (Periodic Error Correction): Kontrolleren for motorene kan lære hvordan den periodiske feilen opptrer, og et godt stykke på vei kompensere for den.

Tracking

- Med en billig montering kan man eksponere noen minutter med vidvinkel- og normalobjektiv, men man kan neppe regne med brukbare resultater med lange brennvidder. Men relativt billige trackere har blitt temmelig bra i den senere tid.
- Med en middels montering (f.eks. Skywatcher HEQ-5) kan man regne med bra resultater med teleskop og 2-3 minutters eksponeringstider. Men må kanskje kaste noen bilder.
- Svært dyre monteringer (f.eks. Paramount – ca 100.000kr) klarer mange minutters eksponeringer med lange brennvidder (gjerne 15 minutter og mer).



Autoguiding

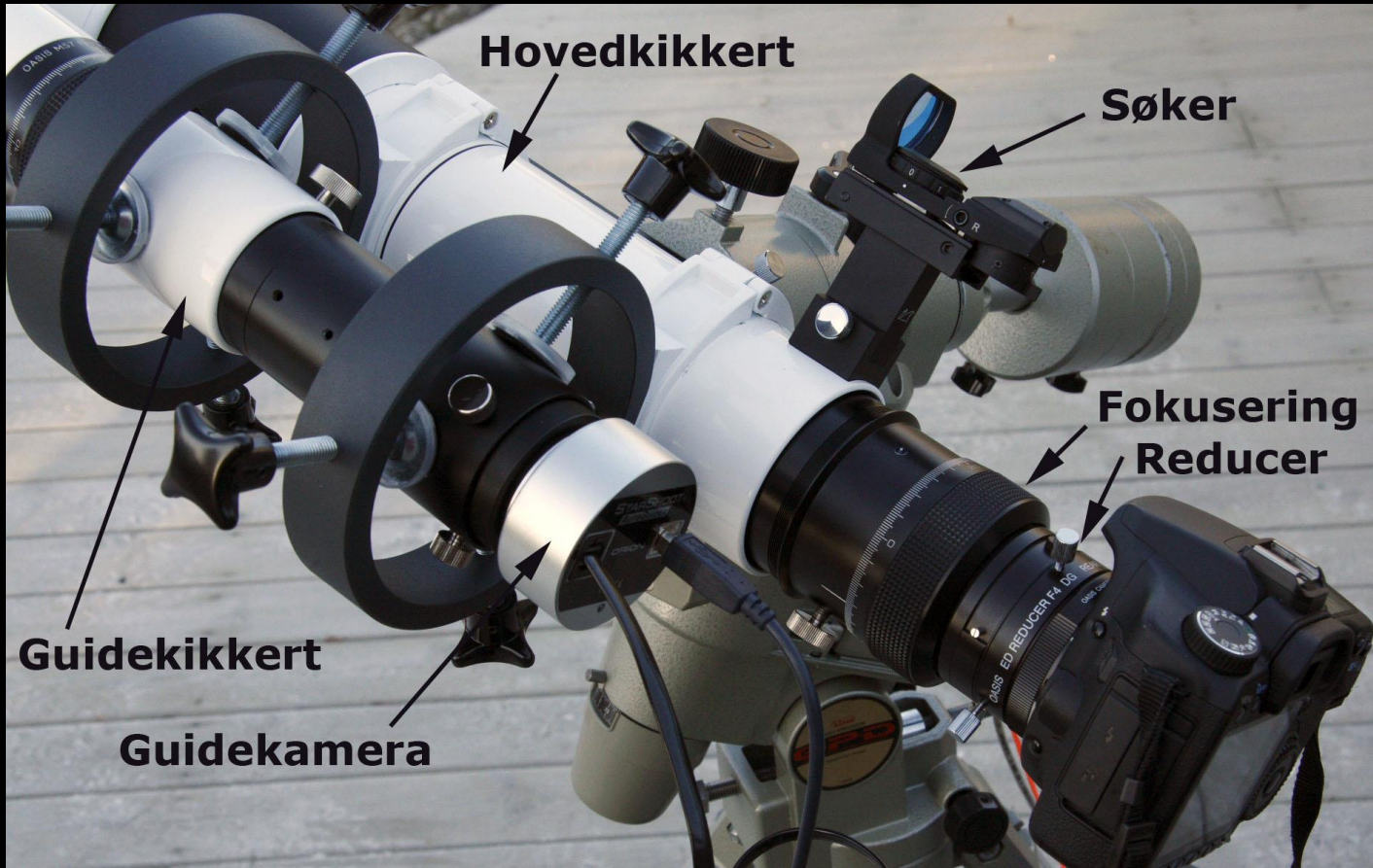
- Et kamera stilles inn mot en stjerne i eller nær motivet.
- Programvare styrer monterings motorer slik at denne stjernen alltid står på samme sted i bildet.
- Dette eliminerer mekaniske unøyaktigheter og til en viss grad unøyaktig poljustering (men eliminerer ikke feltrotasjon).
- Guidekameraet er nesten alltid et eget kamera i tillegg til det man tar de egentlige bildene med.
- Guidekameraet kan enten sitte på et eget lite teleskop eller i en såkalt "off-axis" adapter på hovedteleskopet.

Autoguiding



- Med autoguiding har man mulighet for deep-sky fotografering med svært lange eksponeringstider.
- Uten guiding er man begrenset av den mekaniske presisjonen i monteringen, samt nøyaktigheten i poljusteringen.
- Oppsett med autoguider
 - Guideteleskop med justeringsringer slik at man kan stille inn mot en passende stjerne.
 - GuidescoPET kan også stå fast, nyere autoguidere er følsomme og finner stort sett alltid en egnet stjerne.
 - Guiding styres ved hjelp av PC og f.eks. programmet "PHD2 Autoguiding".

Autoguiding



Viktig for godt resultat:

- Stabilt oppsett, ingen vibrasjoner og slark.
- Mekanisk presisjon.
- Nøyaktig poljustering.
- Tålmodighet og systematisk arbeid.
- (Fast oppsett i et observatorium letter arbeidet mye.)

Fokusering

- Det kan være vanskelig å bedømme når bildet er helt skarpt.
- Ved stor forstørrelse skjelder også bildet når man tar i fokuseringen.
- Hjelpemidler:
 - Kamera med "Live View" og forstørrelse av skjermbildet
 - Bahtinov-maske
 - Motorisert fokuseringsmekanisme
 - Programvare som måler hvor punktformede stjernene er
- Med computerstyring og fokusmotor har man mulighet for autofokus.
- Med kameraobjektiver: fokuser i dagslys på noe som befinner seg svært langt unna (manuell fokus). Fest fokuseringen med et stykke maskeringstape (eller annen tape som lett lar seg fjerne).

Live view

- Skru opp ISO til høyeste verdi (6400 eller mer).
- Bruk 10x forstørrelse eller mer.
- Fokuser manuelt.
- Sjekk fargen på haloen når stjerna er litt ut av fokus.
 - Denne skifter gjerne fra rødt til blått på hver side av fokus
 - Fokuser sakte fram og tilbake og minimer størrelse på stjerna og haloen
 - Dersom i tvil: blåaktig halo er visuelt bedre enn rød
 - Ta bilder med høyeste ISO for å sjekke komposisjonen
 - Skru så ned til den optimale verdien for kameraet (oftest mellom 800 og 3200)

Fokusering med Bahtinov-maske



En diffraksjonsmaske som man enten kan kjøpe eller lage selv.
Den sentrale diffraksjons-spiken skal være sentrert med stjerna.

Fokusering med Bahtinov-maske

Alle spikes skal gå eksakt gjennom sentrum



Hjelpemidler, f.eks. BackyardEOS og BackyardNIKON fra [O'Telescope](#)

BackyardEOS 2.0.0

23:46:28 About Help

Camera Information Center
 Simulator (Model 900)
 Battery is at 80%
 ISO is set to 1600
 Dial Mode is set to Manual
 Mirror lock is disabled

Weather Center (Clarence Creek)
 1.1c 75.0% -2.8c
 Temperature Humidity Dew Point

Frame / Focus Center [Click image to lock (double click to unlock) zoom box.]

Brightness 0 Contrast 0 Gamma 1 Edge 1 Edge 2 Logarithm Invert Stack Presets
 2 Default

Live view Star HD works best on stars of magnitude 1 or brighter when a Bahtinov mask is used.

Zoom Box Center

(X=500, Y=340)

4x

FWHM 12.2
 Standard Deviation

Use Standard Deviation on bright objects or during daytime.
 Full Width Half Maximum is the width of a star's image at half its peak. Focus is achieved when you get the lowest value for the same star over time, indicating a tighter star.

Exposures	Shutter	Duration	ISO	Pause
1	BULB	1	1600	1

Snap Image Loop Live View

Planlegge opptak

- Bruk et planetariumprogram som f.eks. Stellarium, SkySafari eller Carte de Ciel
- Finn ut hva som er synlig, helst minst 20-30 grader over horisonten
- Legg inn data for teleskop og kamera for å se hvordan bildeutsnitt blir.

Bildeutsnitt i Stellarium

Hjertetåken
IC 1805 - Sh 2-190 - LBN 654 - Cr 26 - Mel 15 - Ced 7

Type: **Stjernehop assosiert med tåke** (III3pn; 3, 3, 3)
 Magnitude: **6.50** (med ekstinksjon: **6.65**)
 Fargeindeks (B-V): **0.53**
 Overflatelysstyrke: **15.13** (med ekstinksjon: **15.27**)
 RA/Dec (J2000.0): 2h32m42.00s/+61°27'00.0"
 RA/Dec (for dato): 2h34m14.79s/+61°32'15.5"
 Timevinkel/DE: 20h13m48.47s/+61°32'27.2" (tilsynelatende)
 Az/Alt: +62°36'53.7"/+63°23'56.9" (tilsynelatende)
 Ekliptisk lengde/bredde (J2000.0): +58°48'07.5"/+43°30'17.9"
 Ekliptisk lengde/bredde (for dato): +59°04'56.8"/+43°30'25.1"
 Ekliptisk aksehelning (for dato): +23°26'12"
 Galaktisk lengde/bredde: +134°43'32.2"/+0°55'07.8"
 Siderisk gjennomsnittstid: 22h48m0.5s
 Tilsynelatende siderisk tid: 22h47m59.4s
 Størrelse: +1°00'00"
 Avstand: 0.770 kpc
 Rødforskyvning: -0.000159±0.000060
 Parallaxse: 0.00130"
 Morfologisk beskrivelse: uregelmessig form;
 filamentary structure,
 lyseste.

Sensor #2: EO5 40D
 Dimensjoner: 2°7'x3°10'
 Rotasjon: 0°
 -15° -5° -1° 0° +1° +5° +15°
 Teleskop #3: Borg 101 Red.
 Linse: Ingen.
 Multiplikator: Ingen disp.

Jorden, Bergen, 20m FOV 5.56° 15.2 FPS 2019-10-11 23:06:03 UTC+02:00

Hvordan sette opp bildeutsnitt i Stellarium

The screenshot shows the Stellarium 0.14.1-beta interface. The main window displays the Andromeda Galaxy (M 31, NGC 224, PGC 2557, UGC 454) with various astronomical data. The 'Innstillinger' (Settings) menu is open, and the 'Programtillegg' (Plugins) option is circled in red. The 'Okularer' (Telescopes) option is also circled in red. The '3D-Scenerier' (3D Scenarios) panel is visible, showing options for 3D foreground rendering and movement controls. The status bar at the bottom indicates the location as 'Jorden, Bergen, 20m', FOV 5.56°, 15.4 FPS, and the date/time as 2019-10-11 23:06:03 UTC+02:00.

Stellarium 0.14.1β

Andromedagalaksen
M 31 • NGC 224 - PGC 2557 - UGC 454

Type: **Galakse** (SA(s)b)
Magnitudo: **3.44** (med ekst. objektiv)
Fargeindeks (B-V): **0.92**
Overflate lysstyrke: **13.3**
RA/Dec (J2000.0): 0h42m
RA/Dec (for dato): 0h43m
Timevinkel/DE: 22h04m10s
Az/Alt: +123°54'12.1"/+6°
Ekliptisk lengde/bredde (for dato): 213°16'09.2"/+13°16'09.2"
Ekliptisk akselhelning (for dato): 113°16'09.2"
Galaktisk lengde/bredde: 181°54'00.0"/+12°16'09.2"
Siderisk gjennomsnittstid: 213°16'09.2"
Tilsynelatende siderisk tilnæringshastighet: 113°16'09.2"
Størrelse: '+3°05'06" x +3°05'06"
Orienteringsvinkel: 45°
Avstand: 0.778±0.033 Mpc
Rødforskyvning: -0.0010

Innstillinger

Generelt Informasjon Navigering Verktøy Skript **Programtillegg**

3D-Scenerier

3D foreground renderer. Walk around, find and avoid obstructions in your garden, find and demonstrate possible astronomical alignments in temples, see shadows on sundials etc.

To move around, press Ctrl+cursor keys. To lift eye height, use Ctrl+PgUp/PgDn. Movement speed is linked to field of view (i.e. zoom in for fine adjustments). You can even keep moving by releasing Ctrl before cursor key.

Development of this plugin was in parts supported by the Austrian Science Fund (FWF) project ASTROSIM (P 21208-G19). More: <http://astrosim.univie.ac.at/>

Utviklere: Georg Zotti, Simon Parzer, Peter Neubauer, Andrei Borza, Florian Schaukowitzsch
Kontakt: Georg.Zotti@univie.ac.at
Versjon: 0.13.2

Alternativer

Last ved oppstart

Still inn

Jorden, Bergen, 20m FOV 5.56° 15.4 FPS 2019-10-11 23:06:03 UTC+02:00

Hvordan sette opp bildeutsnitt i Stellarium

Stellarium 0.14.1beta

Andromedagalaksen
M 31 • NGC 224 - PGC 2557 - UGC 454

Type: Galakse (SA(s)b)
Magnitudo: 3.44 (med ek)
Fargeindeks (B-V): 0.92
Overflatestyrke: 13.3
RA/Dec (J2000.0): 0h42m
RA/Dec (for dato): 0h43m
Timevinkel/DE: 22h04m10
Az/Alt: +123°54'12.1"/+6
Ekliptisk lengde/bredde (J
Ekliptisk lengde/bredde (f
Ekliptisk aksehelling (for
Galaktisk lengde/bredde:
Siderisk gjennomsnittstid
Tilsynelatende siderisk tid
Størrelse: +3°09'06" x +1
Orienteringsvinkel: 45°
Avstand: 0.778±0.033 Mpc
Rødforskyvning: -0.00100

Okularer

Generelt Okularer Linser Sensore **Teleskoper** Info

Teleskoper

50mm

200mm

Borg 60ED

Borg 101 Red.

Borg 101 Ext.

Vixen R200SS

35mm

274mm

My Telescope

Navn: Borg 101 Red.

Brennvidde: 400,0

Diameter: 101,0

Horisontal speilvendning

Vertikal speilvendning

Equatorial Mount

Legg til Slett

Jorden, Bergen, 20m FOV 5.56° 15.2 FPS 2019-10-11 23:06:03 UTC+02:00

Hvordan sette opp bildeutsnitt i Stellarium

Stellarium 0.14.1beta

Andromedagalaksen
M 31 • NGC 224 - PGC 2557 - UGC 454

Type: Galakse (SA(s)b)
 Magnitude: 3.44 (med ek)
 Fargeindeks (B-V): 0.92
 Overflatestyrke: 13.3
 RA/Dec (J2000.0): 0h42m
 RA/Dec (for dato): 0h43m
 Timevinkel/DE: 22h04m10s
 Az/Alt: +123°54'12.1"/+6°
 Ekliptisk lengde/bredde (J2000.0): 10h12m10s
 Ekliptisk aksehelling (for J2000.0): 123.90°
 Galaktisk lengde/bredde (J2000.0): 181.36°
 Siderisk gjennomsnittstid: 0h42m10s
 Tilsynelatende siderisk tid: 0h42m10s
 Størrelse: +3°05'06" x +1°05'06"
 Orienteringsvinkel: 45°
 Avstand: 0.778±0.033 Mpc
 Rødforskyvning: -0.00100

Okularer

Generelt Okularer Linser **Sensorer** Teleskoper Info

Sensorer

- EOS 6D
- ASI1600
- EOS 40D**
- My CCD

Navn: EOS 40D

Oppløsning x (piksler): 3888

Oppløsning y (piksler): 2592

Brikkebredde (mm): 22,2

Brikkehøyde (mm): 14,8

Pikselbredde (mikrometer): 5,7

Pikselhøyde (mikrometer): 5,7

Rotation Angle (degrees): 0

Off-Axis guider

Prism/CCD distance (mm): 0,0

Prism/CCD height (mm): 0,0

Prism/CCD width (mm): 0,0

Position angle (degrees): 0

Legg til

Jorden, Bergen, 20m FOV 5.56° 15.4 FPS 2019-10-11 23:06:03 UTC+02:00

Hvordan sette opp bildeutsnitt i Stellarium

Stellarium 0.14.1beta

Andromedagalaksen
M 31 • NGC 224 - PGC 2557 - UGC 454

Type: Galakse (SA(s)b)
Magnitudo: 3.44 (med ek)
Fargeindeks (B-V): 0.92
Overflatestyrke: 13.3
RA/Dec (J2000.0): 0h42m
RA/Dec (for dato): 0h43m
Timevinkel/DE: 22h04m10
Az/Alt: +123°54'12.1"/+6
Ekliptisk lengde/bredde (J
Ekliptisk aksehelling (for
Galaktisk lengde/bredde:
Siderisk gjennomsnittstid
Tilsynelatende siderisk tid
Størrelse: +3°05'06" x +1
Orienteringsvinkel: 45°
Avstand: 0.778±0.033 Mpc
Rødforskyvning: -0.00100

Okularer

Generelt Okularer **Linsers** Sensorer Teleskoper Info

Linsers

Barlow 2x	Navn: Barlow 2x
Barlow 3x	Multiplikator: 2,00
F/6.3 Reducer	Multiplikator >1 utvider brennvidden (Barlow-linse). Multiplikator <1 reduserer brennvidden (Sharp-linse).

Legg til Slett

Jorden, Bergen, 20m FOV 5.56° 15.9 FPS 2019-10-11 23:06:03 UTC+02:00

Bildeutsnitt i Stellarium

Stellarium 0.14.1β

Andromedagalaksen
M 31 • NGC 224 - PGC 2557 - UGC 454

Type: **Galakse** (SA(s)b)
 Magnitude: **3.44** (med ekstinksjon: **3.58**)
 Fargeindeks (B-V): **0.92**
 Overflatelysstyrke: **13.35** (med ekstinksjon: **13.49**)
 RA/Dec (J2000.0): 0h42m44.33s/+41°16'07.5"
 RA/Dec (for dato): 0h43m50.77s/+41°22'43.5"
 Timevinkel/DE: 22h04m10.04s/+41°23'08.0" (tilsynelatende)
 Az/Alt: +123°54'12.1"/+64°02'39.3" (tilsynelatende)
 Ekliptisk lengde/bredde (J2000.0): +27°50'56.9"/+33°20'55.0"
 Ekliptisk lengde/bredde (for dato): +28°07'45.1"/+33°20'59.4"
 Ekliptisk aksehelling (for dato): +23°26'12"
 Galaktisk lengde/bredde: +121°10'27.6"/-21°34'23.9"
 Siderisk gjennomsnittstid: 22h48m0.5s
 Tilsynelatende siderisk tid: 22h47m59.4s
 Størrelse: '+3°05'06" x +1°01'42"
 Orienteringsvinkel: 45°
 Avstand: 0.778±0.033 Mpc
 Rødforskyvning: -0.001000±0.000013

RA/Dec (J2000.0) for kors: 0h42m44.31s/+41°16'08.0"

W And

Sensor #2: EOS 40D
 Dimensjoner: 2°7'x3°10'
 Rotasjon: 0°
 -15° -5° -1° 0° +1° +5° +15°

Teleskop #3: Borg 101 Red.
 Linse: Ingen
 Multiplikator: Ingen disp.

Jorden, Bergen, 20m FOV 5.56° 15.7 FPS 2019-10-11 23:06:03 UTC+02:00

Koble teleskop og montering til PC

- Man kan automatisere det aller meste ved å koble utstyret til en PC (utenom håndkontrolleren).
- ASCOM er en standard for drivere til astroutstyr.
- Skywatcher monteringer krever en såkalt EQDir-kabel og programvare som heter EQMod. (De nyeste modellene har fått USB grensesnitt, da trenger man ikke EQDir.)
- Man kan da styre montering og kamera fra programvare som f.eks.:
 - N.I.N.A.
 - Astro Photography Tools (APT)
 - Sequence Generator Pro (SGP)
 - M.fl.
- Man kan også kontrollere monteringa fra Stellarium, Carte de Ciel m.fl.
 - Pek og klikk i kartet, og monteringa kjører til objektet.

Støy og uønskede effekter i bildet



Støy – uønskede effekter i bildet

Kraftig utsnitt som viser effekten av multiple eksponeringer og stacking/bildebehandling

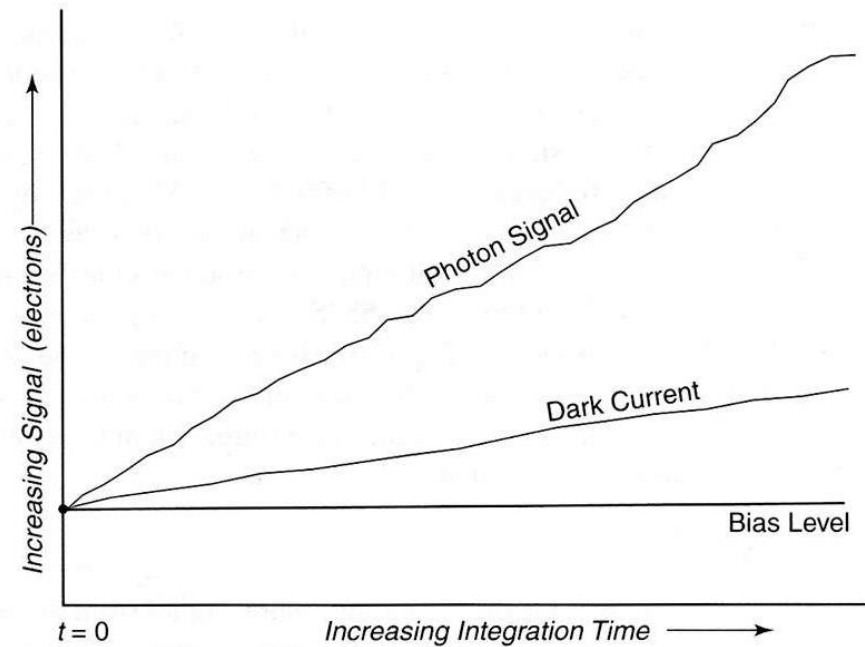
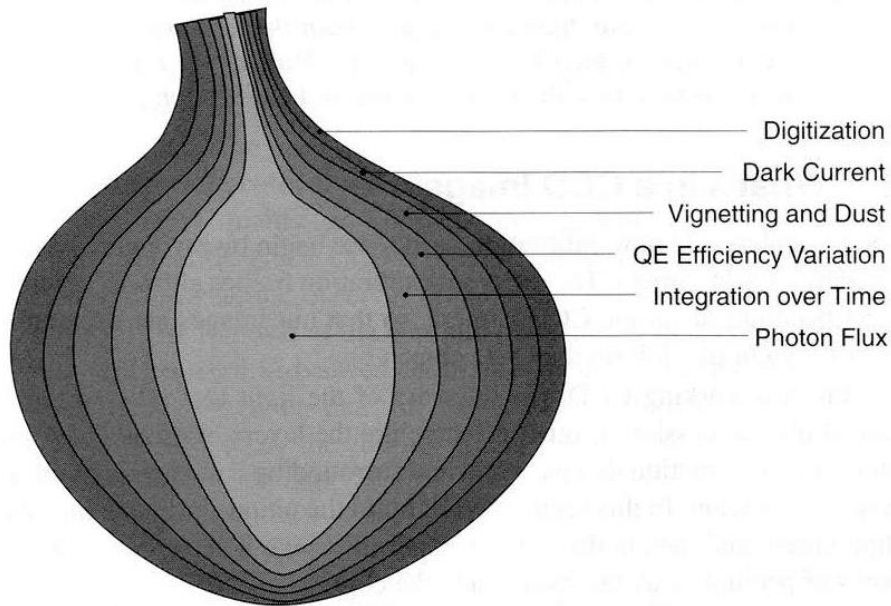


- Enkelteksponering som er "strukket". Støy er synlig i form av "grums" og "korn". Det kan også være "hot pixels".



- 9 eksponeringer er stacket. Behandlet med Darks og Flats. Deretter strukket som det første bildet.
- "Glattere", flere detaljer, bedre farger, ingen hot pixels...

Støy og uønskede effekter i bildet



- Informasjonen fra bildebrikka er lagdelt som en løk.
- Det vi er ute etter – fotonfluksen er gjemt innerst.
- For å få tak i denne informasjonen må vi "skrelle" bort uønsket signal og andre effekter.

- I løpet av eksponeringen er biasnivået konstant.
- Mørkestrøm og signal øker.
- Ved slutten av eksponeringen kjenner vi bare summen av disse.
- Vi må derfor subtrahere bias og mørkestrøm for å få et riktig resultat.

Dette er et av hovedformålene med bildebehandling
Dette temaet dekkes mer utførlig i et annet kurs.

Tiltak mot støy

- Ta mange bilder av samme motivet (Light frames)
- Ta mørkebilder (Dark frames)
 - Linsedeksel på. Samme eksponeringstid, ISO og temperatur som for Lights.
- Ta flatbilder (Flat Frames)
 - Flatfieldpanel. Eksponer til ca 50%.
- Ta mørkebilder for flats (Dark Flats)
 - Linsedeksel på. Samme eksponeringstid, ISO og temperatur som for Flats.
- Ta biasbilder (Bias Frames)
 - Linsedeksel på. Korteste eksponeringstid, Samme ISO og temperatur som for Lights.
- Ta minst 10 av hver, gjerne 20 eller flere.
- Alle bildene kombineres i programvare for stacking, f.eks. Deep Sky Stacker.

Lysforurensing

Samme objekt: Sjustjerna (M45) - Samme kamera



Sandsli

- 10 x 60 sek eksponering, 800 ISO
- 200mm reflektor f4



Mjølfjell

- 9 x 180 sek eksponering, 800 ISO
- 100mm refraktor f4

Motvirke lysforurensing

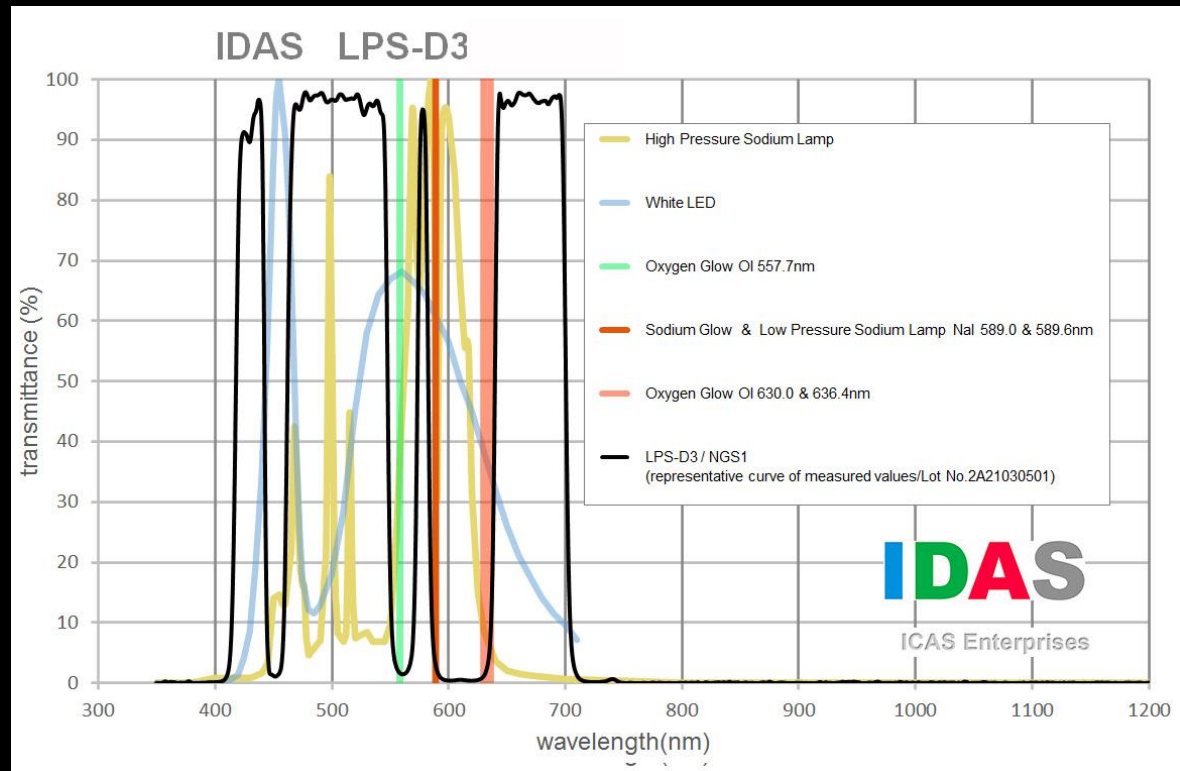
- Finne et mørkt sted
 - Kan være upraktisk, må reise langt vekk. Sjekk disse websidene:
 - [LightPollutionMap](#)
 - [DarkSiteFinder](#)
- Bildebehandling
 - Noen forbedringer kan gjøres ved å prøve å subtrahere bakgrunnslyset.
 - Stor risiko for også å fjerne ønsket informasjon.
- Light Pollution filter
 - Et filter som fjerner de delene av spekteret der man oftest har mest lysforurensing. Monteres på objektivet eller foran bildebrikka.
 - LED-lys som nå installeres i raskt tempo har et bredt spektrum. Dette begrenser nytten av disse filterne.
- Fotograferer gjennom smalbandsfiltre
 - Svart/hvitt bilder eller lage fargebilder ved å kombinere flere bølgelengder.
 - F.eks. "Hubble-paletten": SII, Ha og OIII
 - Disse kombineres da som et RGB-bilde.
 - Resultatet er falske farger, men kan bli svært fine bilder.
 - Må (bør) ha monokrom-kamera
 - Med fargekamera kan man bruke "dual band" filtre som slipper gjennom Ha og OIII. Det finnes også "tri band" og "quad band" filtre, men disse ser jeg ikke poenget med (dessuten er de svært dyre).

Light Pollution Filtre

Prinsippet går ut på å fjerne de delene av spekteret der lyskildene sender ut kraftigst lys.

Eksempler:

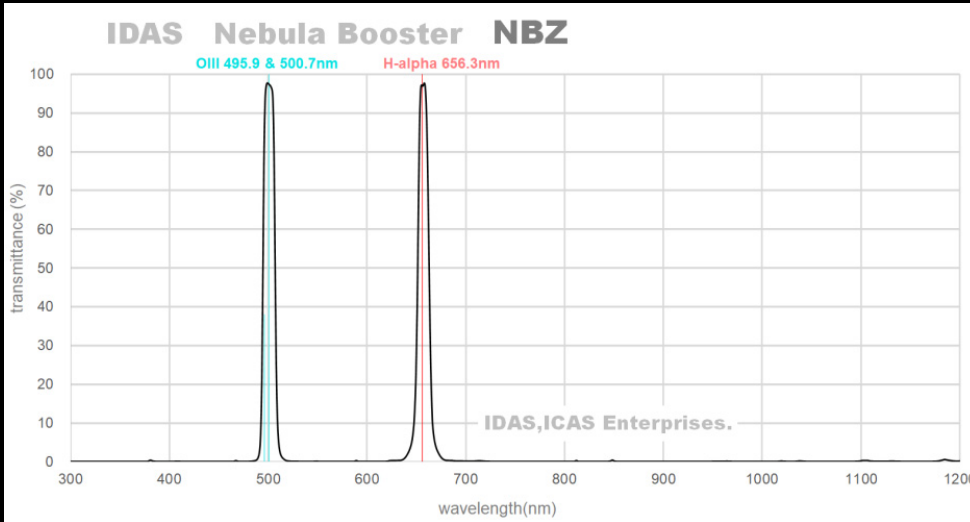
- IDAS LPS-D3
- Optolong L-Pro
- NiSi Natural Night



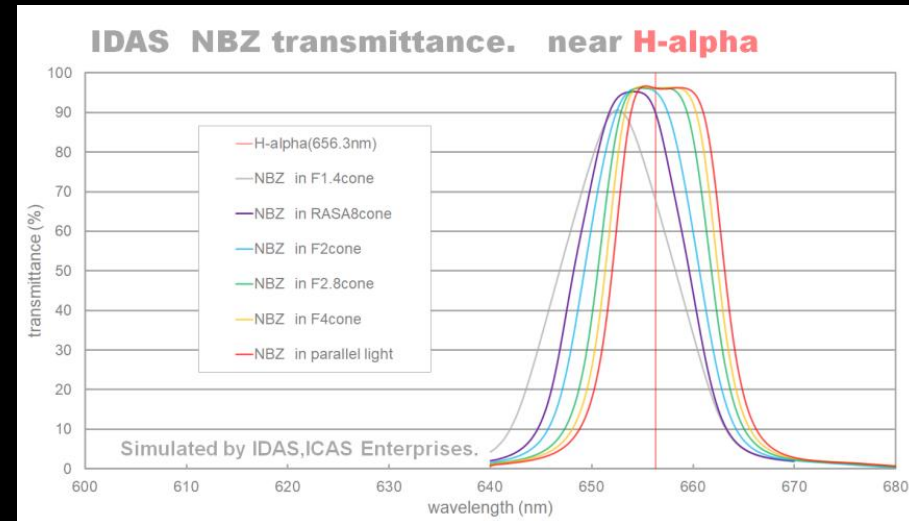
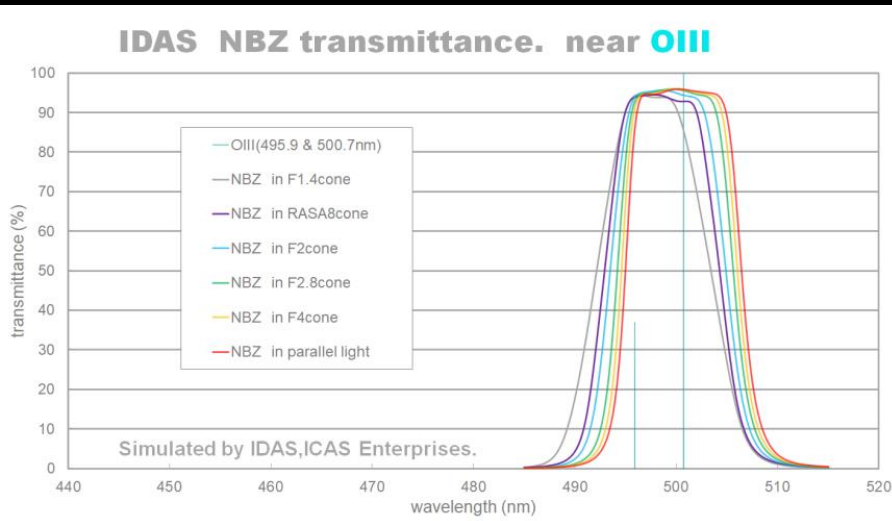
* Sodium = Natrium på norsk

Spektrum og emisjonslinjer

Dual band filter



- IDAS NBZ og Optolong L-eXtreme
- er populære nebula-filtre for fargekamera.
- 2 farger gir ikke full-fargebilder, men greit kompromiss.
- Svært smalt båndpass kan gi problemer med rask optikk, lavere f-tall enn 4.



Tri band og Quad band filter

Knalldyrt og tvilsom nytteverdi

Man får uansett bare rødt og grønt, så etter min mening har de ikke mye for seg...

OPT Filters Triad Ultra Quad-Band Narrowband Filter 2"

Product no.: 61632
Manufacturer: OPT

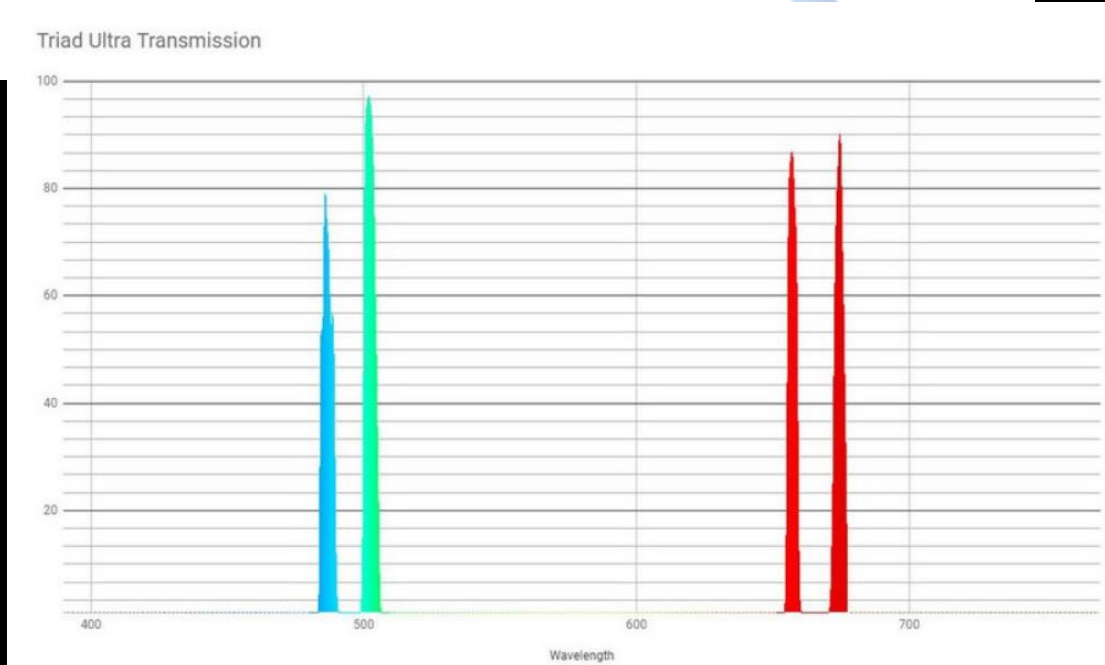
share 17 tweet

nkr 16,800.00 incl. VAT
plus shipping costs

Express shipment possible for delivery the day after tomorrow, 05.02.2022!

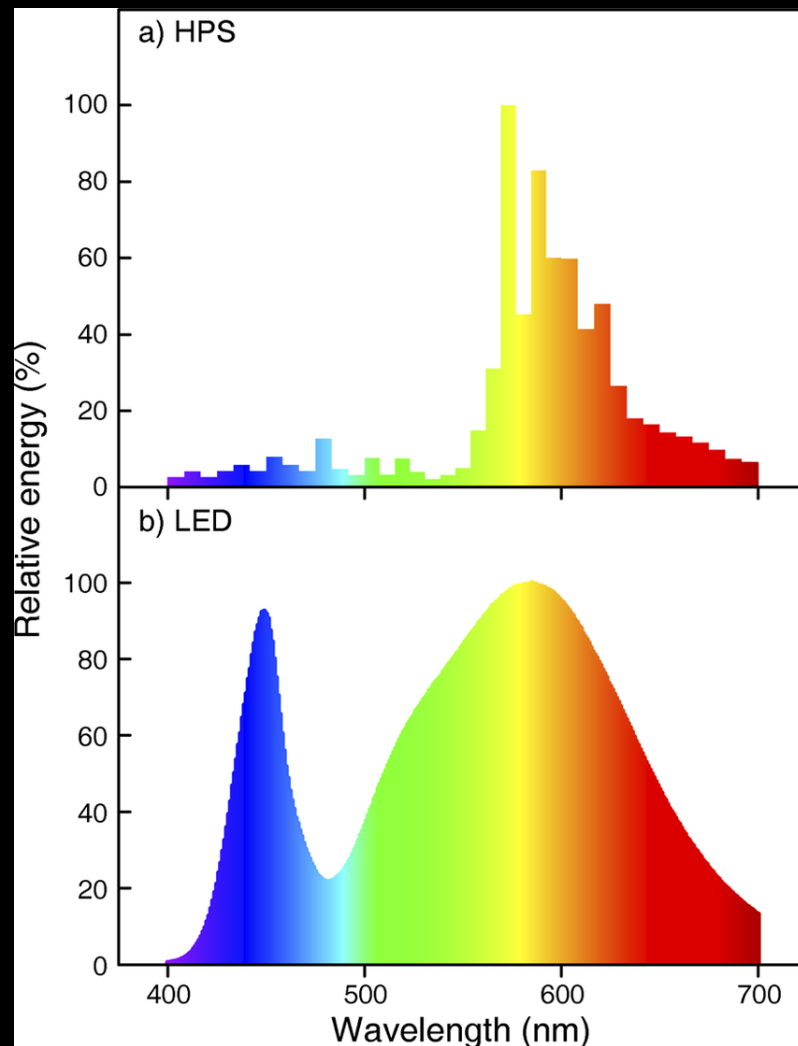
too expensive?

ready for shipping in 24 h

Spektrum for LED-lys vs gassutladningslamper (HPS)

- Tradisjonelle gatelys har et spektrum som gjør det mulig å filtrere ut de delene av spekteret der de lyser sterkest, samtidig som man kan beholde en noenlunde bra fargebalanse.
- Dette er vanskelig (umulig?) med LED-lys.



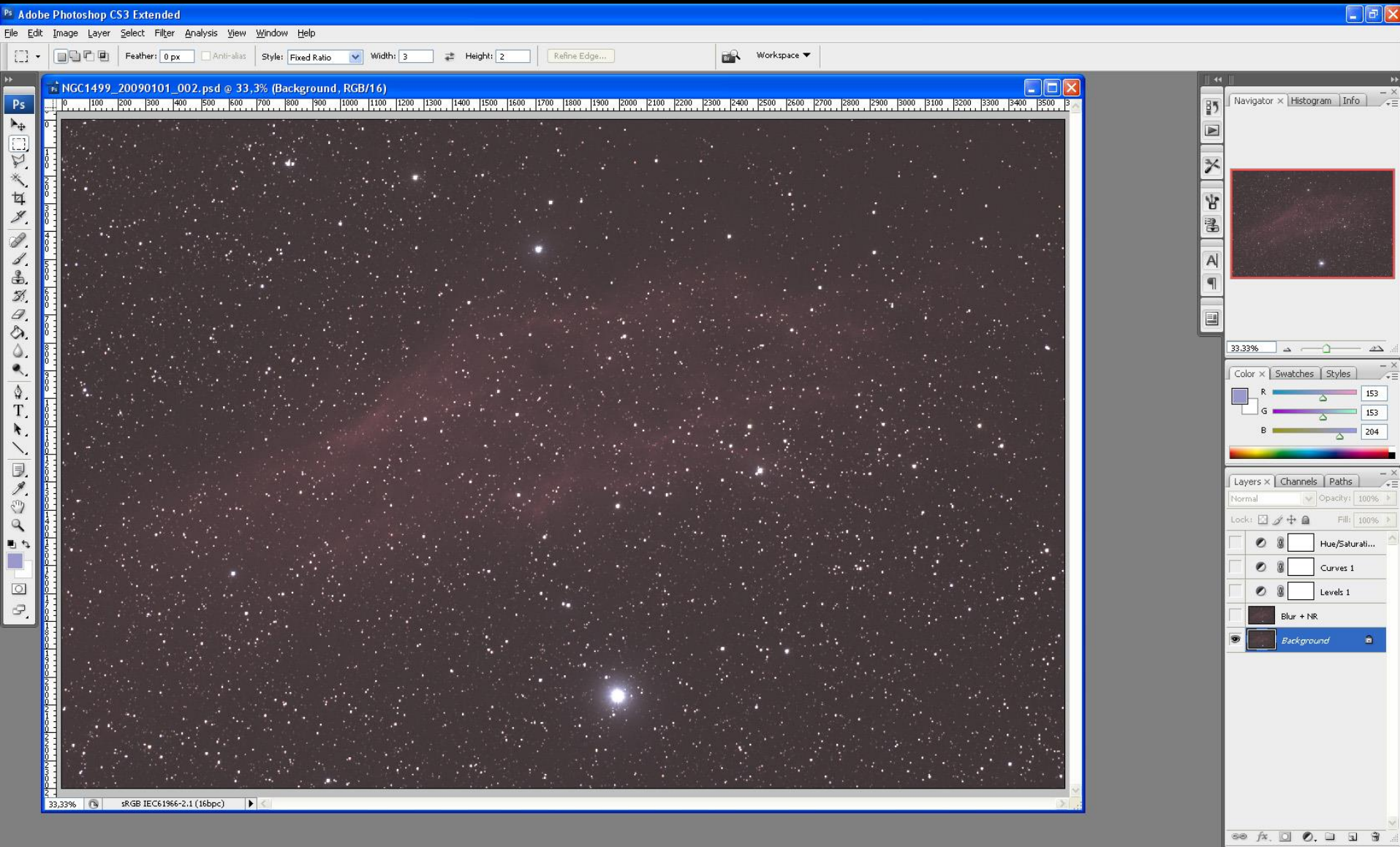
Stacking av bildene i DSS

The screenshot shows the DeepSkyStacker 3.1.0 interface. The 'Registering and Stacking' menu is open, with 'Open picture files...' and 'Register checked pictures...' circled in red. The main window displays a dark image of a star field. The status bar shows: Light Frames:5 - Dark Frames: 6 - Flat Frames:20 - Dark Flat Frames: 0 - Offset/Bias Frames: 10. Below the status bar is a table of files:

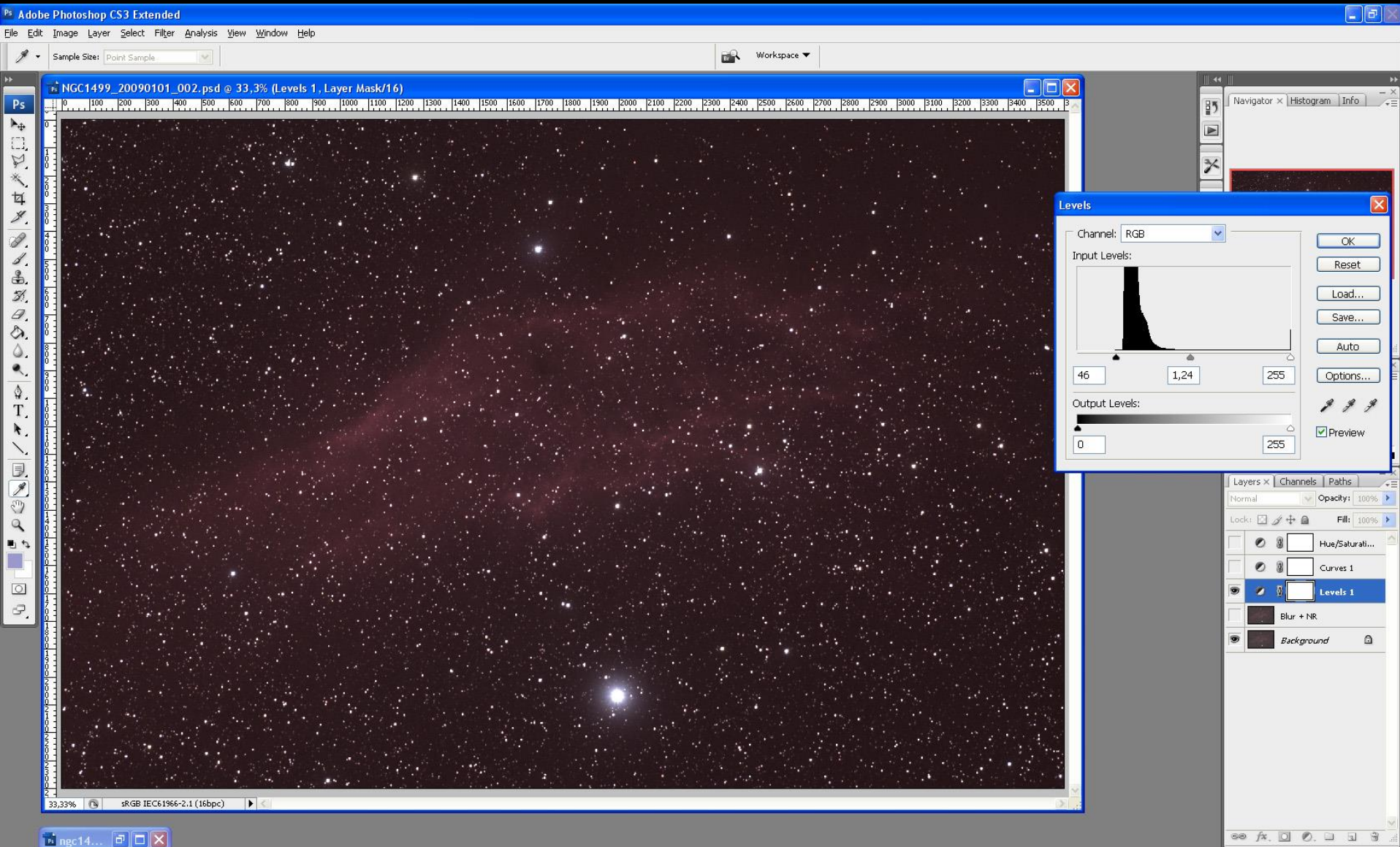
	Path	File	Type	#Stars	Sc
<input checked="" type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	NGC1499_20081001_007.CR2	Light	1170	7908
<input checked="" type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	NGC1499_20081001_001.CR2	Light	635	4050
<input checked="" type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	NGC1499_20081001_002.CR2	Light	959	6316
<input checked="" type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	NGC1499_20081001_003.CR2	Light	997	6608
<input type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	NGC1499_20081001_004.CR2	Light	NC	
<input type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	NGC1499_20081001_005.CR2	Light	NC	
<input checked="" type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	NGC1499_20081001_006.CR2	Light	1041	6849
<input checked="" type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	Darks_20081001_180s_006.CR2	Dark	N/A	
<input checked="" type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	Darks_20081001_180s_001.CR2	Dark	N/A	
<input checked="" type="checkbox"/>	F:\DeepSky\2008_10_01\raw-hute...	Darks_20081001_180s_002.CR2	Dark	N/A	

Etterbehandling i Photoshop

Bildet slik det ser ut etter stacking i DSS, og før etterbehandling



Juster histogram



The screenshot displays the Adobe Photoshop CS3 Extended interface. The main canvas shows a star field image titled "NGC1499_20090101_002.psd @ 33,3% (Levels 1, Layer Mask/16)". The Levels adjustment panel is open, showing the "Channel: RGB" and "Input Levels" histogram. The histogram shows a distribution of pixel values from 0 to 255, with a peak around 1,24. The "Output Levels" are set from 0 to 255. The Layers panel on the right shows the "Levels 1" layer selected. The status bar at the bottom indicates "33,33%" zoom and "sRGB IEC61966-2.1 (16bpc)" color profile.

Adobe Photoshop CS3 Extended

File Edit Image Layer Select Filter Analysis View Window Help

Sample Size: Point Sample Workspace

NGC1499_20090101_002.psd @ 33,3% (Levels 1, Layer Mask/16)

Channel: RGB

Input Levels:

46 1,24 255

Output Levels:

0 255

OK Reset Load... Save... Auto Options... Preview

Layers x Channels Paths

Normal Opacity: 100%

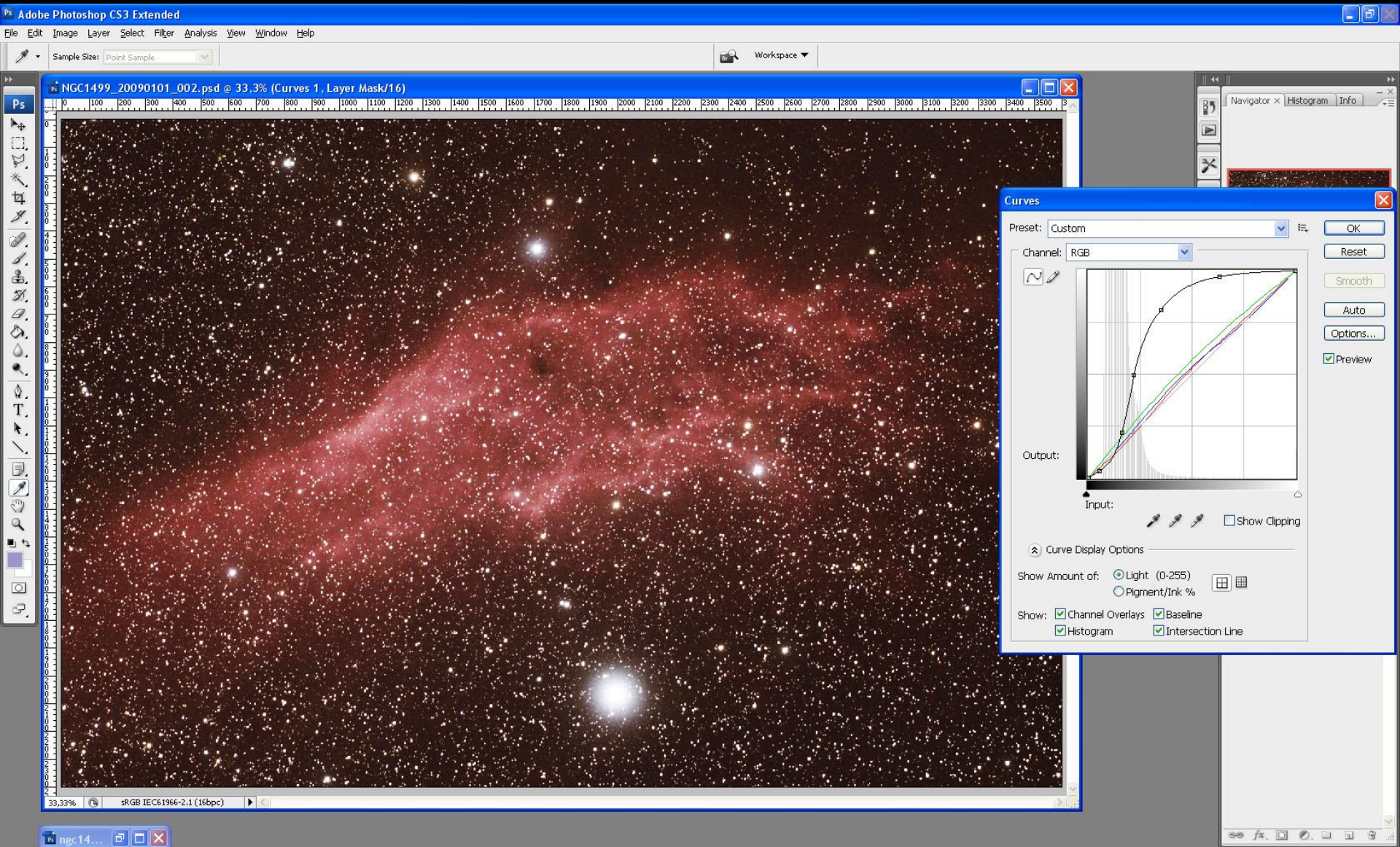
Lock: Fill: 100%

Hue/Saturati...
Curves 1
Levels 1
Blur + NR
Background

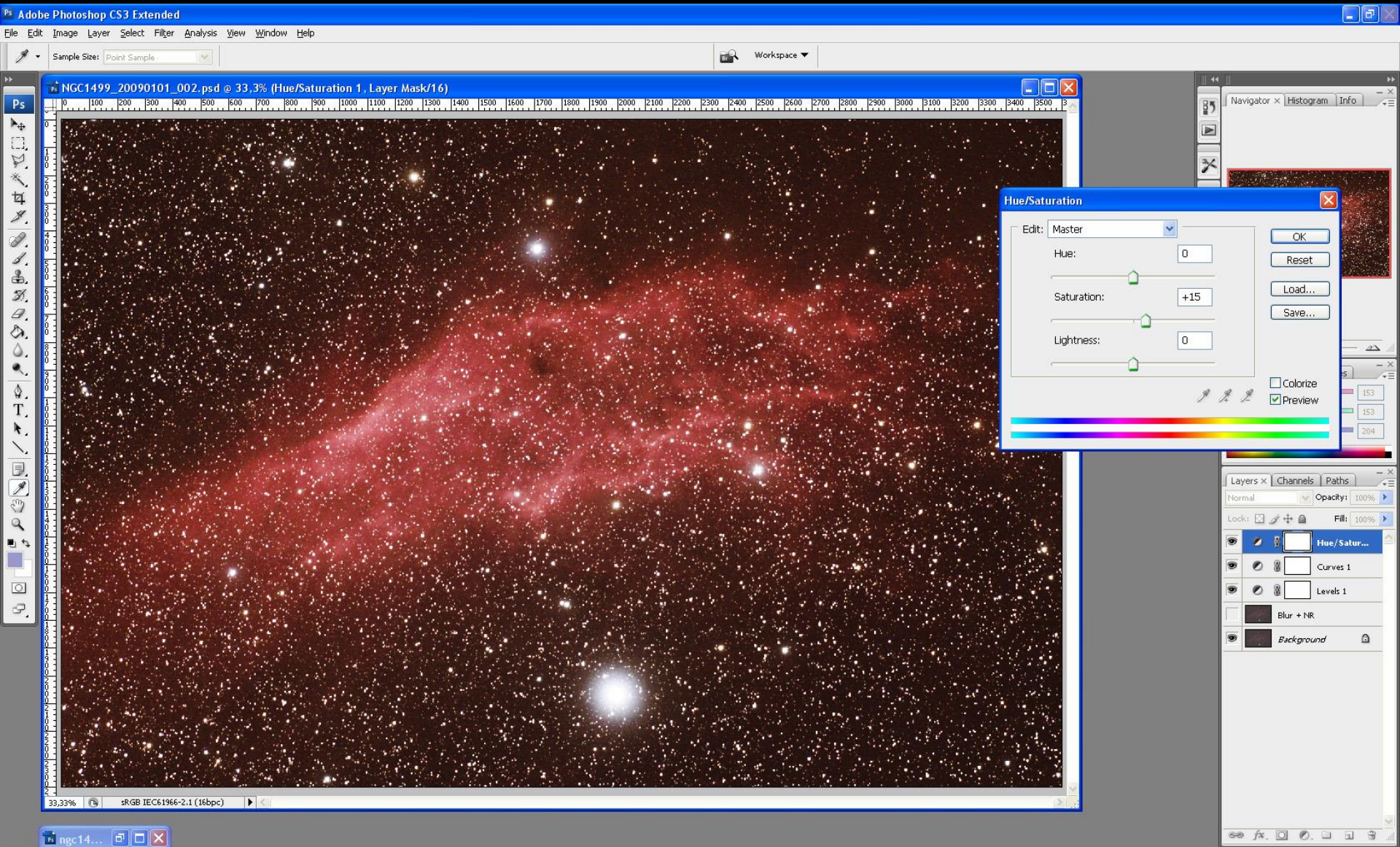
33,33% sRGB IEC61966-2.1 (16bpc)

ngc14...

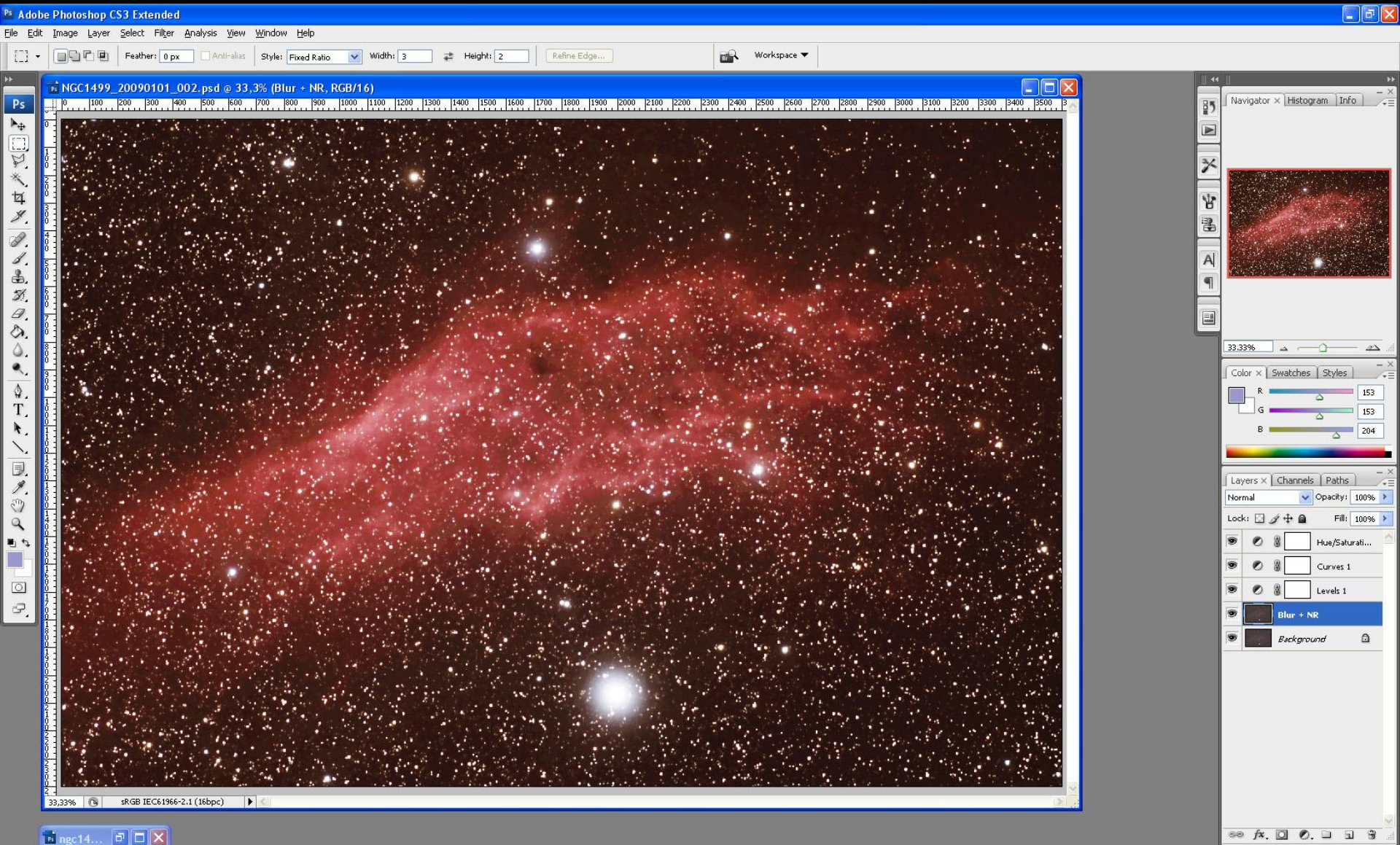
Justere kurver



Justere fargemetning



Redusere støy



Programvare

Programvare som jeg bruker – det fins mye mer!

- Organisering av bildene
 - Adobe Bridge
 - Adobe Lightroom
 - Alternativer: Photoshop Elements, IrfanView
- Stacking av "deep sky":
 - Astro Pixel Processor
 - Deep Sky Stacker (gratis)
 - Alternativer: CCDStack, Maxim DL, Images Plus, PixInsight ... (koster penger)
- Etterbehandling:
 - Photoshop CC (eldre versjoner duger også!)
 - Alternativer: Photoshop Elements, Paintshop Pro, PixInsight, Images Plus, GIMP (sistnevnte gratis)
- Sekvensstyring
 - N.I.N.A.
 - PHD2 Autoguiding
 - ASCOM
 - Til transportabelt oppsett bruker jeg AsiAir

Programvare

- Foto med videokamera (webkamera):
 - Sharpcap (enkelt å komme i gang med)
 - Firecapture (avansert)
 - M.fl.
- Stacking av bilder tatt med videokamera:
 - Autostackert! Versjon 3
 - RegiStax
 - RegiStar
 - m.fl.
- Sentrering og beskjæring av mange planetbilder
 - ninox
 - pipp
- Filming med DSLR
 - EOS_MovRec (uskalert utsnitt fra sentrum av bildebrikka – alternativ til videokamera)
- Stjernespor
 - StarMax
 - Startrails.de
 - StarStaX
 - Sequator



Noen filformater

- **JPG**
 - Komprimert, med mer eller mindre tap av kvalitet.
 - 8 bits fargedybde (256 tonenivåer pr farge) - 24 bits fargerom.
 - Filene tar liten plass.
 - Egnet for web og visning på skjerm.
- **RAW**
 - Slik kameraet har registrert bildet uten bearbeiding.
 - Ofte 12 bits (4096 nivåer) eller 14 bits (16384 nivåer) fargedybde (avhengig av kamera)
 - Filene tar relativt liten plass.
 - Uegnet for direkte presentasjon.
 - Finnes bare i DSLR og de mest avanserte kompaktkameraene.
- **TIFF 8 bit**
 - Uten komprimering eller med tapsfri komprimering
 - 256 nivåer fargedybde
 - Filene tar relativt stor plass.
- **TIFF 16 bit - 48 bits fargerom**
 - Uten komprimering eller med tapsfri komprimering
 - 65536 nivåer fargedybde
 - Filene tar STOR plass.
- **HDR 32 bit**
 - 4,2 millioner nivåer fargedybde
 - Svært STORE filer
 - Kan være aktuelt å benytte ved stacking av deep-sky bilder.
- **FITS**
 - Flexible Image Transport System
 - Brukes av astrokameraer
 - Mye mer enn bare et bildeformat. Brukes av profesjonelle astronomer og avanserte amatører.

Viktig å huske på

- Fotografer alltid i RAW-format dersom kameraet støtter det, eventuelt JPG+RAW
- Bruk manuell hvitbalanse
 - Dagslys (solsymbolet) eller 5600K er et godt utgangspunkt. Kan uansett justeres i etterbehandlingen.
- Med DSLR og lange brennvidder: Bruk speillås (kan gå bra uten dersom monteringen er stødig og eksponeringstiden er fra ett minutt og oppover)
- Autofokus: **NEI!**
- Eksponering: Manuell. Eksponer så lenge at himmelbakgrunnen ikke blir helt svart. Sjekk histogrammet.
- Fargerom: Adobe RGB (men konverterer til sRGB for visning på web)
- ISO: 800 til 3200 (nye kamera med ISO-invariant brikke: 640 eller 800)
- Image Review: Kan lønne seg å slå av for å spare batteri
- Lukkertid: bulb for lange tider. Snorutløseren styrer da tiden.
- Støyreduksjon: **PÅ** for enkeltbilder. **AV** dersom du tar mange bilder som skal stackes.
- Max eksponeringstid (sekund) uten tracking: 200/brennvidden (for små bildeformat på web kan man gå opp til 500/brennvidde – kjent som «500-regelen»)
- Med foto-objektiv: Så stor blenderåpning som mulig (dvs. laveste f-tall til objektivet). Du må kanskje blende ned litt for å få skarpe stjerner helt ut til hjørnene.

Lagring av bildene på PC

- Første bud: Husk backup!
- Lag en katalogstruktur som gjør det enkelt å finne fram.
- Råfilene/originalopptakene skal aldri endres!
 - Unntak:
 - endring av filnavn for enklere identifisering
 - Slette mislykkede bilder
- Endringer gjøres på kopier.



Eksempel på katalogstruktur

- Astrofoto
 - Deepsky
 - M31
 - 2019-01-10
 - » Originaler
 - Light
 - Dark
 - Flat
 - DarkFlat
 - Bias
 - » Behandlet
 - Planeter
 - Jupiter
 - 2019-02-12
 - » Originaler
 - » Behandlet
 - Sol
 - Måne
- OSV.
- Dark, Bias og Flat er bilder vi tar for å korrigere for «støy» og optiske feil. Mer om det senere.
- Dersom man har astrokamera med kjøling kan man med fordel lage et bibliotek med Darks og Bias for foretrukne eksponeringstider og temperatur.
- Disse lagres da i en egen mappe rett under mappa «Astrofoto».

Eksempel på arbeidsflyt

- Oppsett og opptak

- Sett opp stativ på fast og stabilt underlag.
- Dersom du har ekvatorialmontering må denne poljusteres (vha polsøker eller polkamera).
- Dersom du har Alt-Az-montering må denne monteres i vater og peke mot nord.
- Monter teleskop/kamera på monteringen, og sørg for at alt er i balanse.
- Dersom du vil bruke GoTo, må du gjøre en «2 star align».
- Sikt inn mot ønsket objekt og ta en prøveeksponering (15-30s) på høy ISO (3200 eller mer) og sjekk at du har riktig utsnitt. Juster utsnitt om nødvendig.

Eksempel på arbeidsflyt

- Oppsett og opptak

- Still inn kamera på ønsket ISO (800 eller 1600 er oftest optimalt).
- Ta en sekvens bilder.
- Sett på objektivdeksel og ta «Darks» med samme eksponeringstid og ISO.
- Ta «Bias» med samme ISO og korteste lukkertid.
- Ta «Flats» med samme ISO og lukkertid som gir passe eksponering (ca 30%).
 - Det enkleste/billigste er en jevnt belyst hvit akrylplate rett foran objektivåpningen.
 - Dyrere og bedre med flatfeltspanel.

Eksempel på arbeidsflyt

- Fra kamera til PC

- Overfør råfilene til ønsket katalog
 - F. eks. Adobe Bridge:
 - Se over bildene og slett mislykkede
 - Batch rename (motiv_dato_løpnummer)
 - NGC7000_20120213_001.raw
 - Dark_20120213_001.raw
 - Flat_20120213_001.raw
 - Bias_20120213_001.raw
 - Kan være fornuftig å ha egne mapper for Lights, Darks, Flats og Bias.

Litteratur

- Det finnes svært mye på internett.
- Så mye at det kan være vanskelig å finne det beste stoffet.
 - Gode bøker av astrofoto-guru Jerry Lodriguss finnes på: www.astropix.com
 - Noen lenker:
 - <https://astrobackyard.com/>
 - Registax tutorial:
 - <http://www.sunspot51.com/Registax6/Registax6.htm>
 - AVI-opptak med DSLR:
 - http://www.astropix.com/html/i_astrop/eq_tests/canon_one_to_one_pixel_resolution.html
 - Om stacking av bilder:
 - http://www.astropix.com/html/j_digit/using_deepskystacker.html
- På YouTube anbefales bl.a.
 - AstroBackyard med Trevor Jones
 - StarStuff med Dylan O'Donnel
 - Harry's Astroshed (for litt mer viderekomne)
 - Quiv the Lazy Geek