

eXcalibrator

by

Bob Franke & Neil Fleming
(<http://bf-astro.com>)

Funding for the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) is provided
by
The Alfred P. Sloan Foundation, the Participating Institutions,
the National Science Foundation, and
the U.S. Department of Energy Office of Science.

The AAVSO Photometric All-Sky Survey (APASS) is funded
by
The Robert Martin Ayers Sciences Fund

CCDStack is developed and maintained
by
Stanley Moore

PixInsight is developed and maintained
by
Pleiades Astrophoto

Handbuch DEUTSCH

Herbert Walter
<http://www.skypixels.at>

INHALT

1. Einführung

- Was ist eXcalibrator 2
- Was ist eXcalibrator nicht 2
- Programm Highlights 3

2. Installation 3

- Anforderungen 4
- Installation 4

3. Kalibrierung - Arbeitsschritte 5

- Übersicht 5
- Details 5
- Bilder speichern 5
- Bild astrometrisch berechnen (plate solve) 5
- Erste Dateneingabe 6
- Einstellungen 8
- Berechnen der Faktoren 12
- Was tun bei langsamen Download 13
- Nachträgliche Einstellungen 17

4. Anwendung SExtractor 18

- Was ist SExtractor 18
- Wie eXcalibrator SExtractor verwendet 18
- SExtractor Arbeitsschritte 18

5. Kalibrieren der RGB Bilder 21

- Warum Kalibrieren? 21
- Korrektur - wie? 21
- Starten eXcalibrator 21
- Teleskop-Filter-Kamera (Imagetrain) Kalibrierung - Arbeitsschritte 21
- Beispiele 21

6. Running Average 22

- Warum? 22
- Wie ? 22

7. Erstellen eines RGB Bildes mit den Faktoren von eXcalibrator - Arbeitsschritte 26

8. Troubleshooting 29

9. Ongoing Programm Maintenance 30

10. Revision History 31

11. Thanks, Disclaimers, and Copyright 33

1. Einführung

Was ist eXcalibrator?

eXcalibrator bietet auf einfache Weise eine Möglichkeit für den Weißabgleich von Astrofotos durch Berechnung von Korrekturfaktoren aufgrund von Sternen mit bekannten Farbfaktoren. Diese Methode nützt Informationen zu den Sternfarben von folgenden Datenbanken: "Sloan Digital Sky Survey" (SDSS) und "The AAVSO Photometric All-Sky Survey" (APASS). eXcalibrator verwendet weiterhin Daten aus den R,G,B Bildern des Astrophotographen.

Zusätzlich ist eXcalibrator eine hervorragende Software für die Farbkalibrierung eines Teleskop-Filter- Kamera Systems (Image train), ähnlich der anerkannten G2V Methode. **Except**, eXcalibrator liefert einheitlichere Werte über mehrere Nächte. Siehe Kapitel 5 und 6.

Anmerkung zu anderen Methoden für den Weißabgleich

Es stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung :

- Verwendung von G2V Sternen um R, G & B Bilder zu kalibrieren - diese Methode hat 2 Nachteile:
 - 1) Die Extinktion¹ für Objekte mit niedriger Höhe verursacht Probleme bei allen Farbkanälen, besonders aber beim Blaukanal. Die Auswirkung der Extinktion ändert sich aber auch mit der Höhe vom Objekt und eine Berechnung ist daher schwierig.
 - 2) Schlechte (oder sich verändernde) Durchsicht: die G2V Methode gleicht die Farbverschiebung aufgrund schlechter oder wechselnder Transparenz nicht aus.
- Verwenden vom Licht einer face-on Spiralgalaxie. Diese Methode zeigt die Galaxie in ihrer eigentlichen Farbe. Ist eine galaktische bzw. intergalaktische Extinction vorhanden, sind die Galaxie bzw. die Vordergrundsterne zu blau.
- Die Summe der Sternfarben im Bild ist weiß
 - o Mit Vorsicht anwenden, da in Summe die Sternfarben gegen das rote Ende vom Spektrum tendieren.
 - o Kann bei Kugelsternhaufen gute Ergebnisse liefern, wenn keine Extinktion vorhanden ist.
- Den Himmelshintergrund auf ein neutrales Grau setzen. Nicht möglich bei Bildern ohne Hintergrund.
- Mit Bildern im Internet vergleichen und entsprechend anpassen.

Die Idee dazu:

Peter Riepe und Harald Tomsik, veröffentlichten im VdS-Journal zwei Artikeln, die als Grundlage für das Konzept von eXcalibrator dienen. Das Ziel ist es, G2 Sterne ohne Einfluss interstellarer Extinktion im Bild als weiß darzustellen. Die Belichtungszeiten von Objekten sind üblicherweise so lange, dass viele G2 Sterne gesättigt sind und somit für die Farbkalibrierung nicht verwendet werden können. Die nicht gesättigten G2 Sterne im Bild sind meist zu schwach oder es fehlen die notwendigen Daten dazu. Findet man glücklicherweise einen nicht gesättigten G2 Stern im Bild, verursacht oftmals die Extinktion, dass die Farbe vom Stern nicht korrekt ist.

Es macht daher Sinn, sich photometrischer Daten zu bedienen. Das wichtigste verwendete Filtersystem ist das Johnson UBVRI System. U - Ultraviolett, B - Blue, V - Visual (Green), R - Rot, I - Infrarot. Für die Farbkalibrierung werden nur die B, V und R Daten benötigt.

Die Differenz von B minus V ergibt denn B-V Index, welcher die Farbe eines Sterns charakterisiert. Ein G2 Stern entspricht einem B-V Wert von 0.65 mag. Werte größer als 0.65 entsprechen rötlichen Sternen und Werte kleiner als 0.65 blauen Sternen.

Ein weiterer Index ergibt sich durch V minus R (Johnson Filtersystem) . Hier entspricht der Wert von 0.52 einem G2 Stern. **Die Johnson UBV Filter verwenden die Cousins RI Filter rather than(?) in Kombination mit den Johnson RI Filter.** Diese Anwendung führt zum Johnson-Cousins Farbindex V-RC = 0.36 mag von einem G2 Stern.

¹ Extinktion: wellenlängenabhängige Schwächung eines Lichtstrahls beim Passieren der Erdatmosphäre

Was ist eXcalibrator NICHT

eXcalibrator ist kein wissenschaftliches Computerprogramm, sondern soll dem Amateurastronomen helfen, halbwegs realistische und reproduzierbare Farben in seinen Bildern zu erhalten.

eXcalibrator Programm Highlights

- Version 2.0 verwendet SExtractor für eine höhere Genauigkeit. Details - siehe Kapitel 4.
- eXcalibrator verwendet im Idealfall hunderte geeignete Sterne im Bild für die Farbkalibrierung.
- Version 3.0 enthält die Linear Regression Routine, welche beinahe alle Sternfarben verwenden kann. Dadurch ergibt sich eine höhere Anzahl an verwendbaren Sternen und exaktere Ergebnisse. Details - siehe: <http://bf-astro.com/eXcalibrator/LinearRegressionApproach.pdf>
- Version 4.0 ist schneller, leichter zu bedienen und automatisiert.
- Version 5.0 beinahe das gesamte Himmelsareal ist abgedeckt (Nord- und Südhimmel).
- Alternativ zur Farbkalibrierung eines Teleskop-filter-Kamera Systems, bietet eXcalibrator die Berechnung von Durchschnittswerten (Running Average) - auch für mehrere Teleskope möglich. Siehe Details - Kapitel 6.
- Möglichkeit die Helligkeitswerte einzustellen, um gesättigte Sterne zu vermeiden.
- eXcalibrator automatically adjusts the aperture size for each star, or the user may manually select a size to use with all stars.
- eXcalibrator normalisiert den Lichtstrom (Flux) der R, G & B durch Subtraktion vom Hintergrundwert.
- eXcalibrator schließt Duplikate von Sternen und zu eng abgebildete Sterne aus.
- Beim händischen Entfernen von Sternen aus der Auswahl, erfolgt automatisch eine Neuberechnung.
- Die statistische Analyse berechnet die Standardabweichung (StdDev) und RMS average.
- Statistische Ausreißer können mit einem Klick entfernt werden - inkl. automatischer Neuberechnung
- Die "dead zone" Begrenzung schließt nicht brauchbare Randbereiche im Bild aus (zB durch dithern).
- Das Fenster kann auf "Always On Top" gesetzt werden und bleibt somit ständig im Vordergrund.
- Beim Schließen werden die aktuellen Einstellungen gespeichert.
- Manuelle Farbkalibrierung ist möglich.

2. Erste Installation

Anforderungen

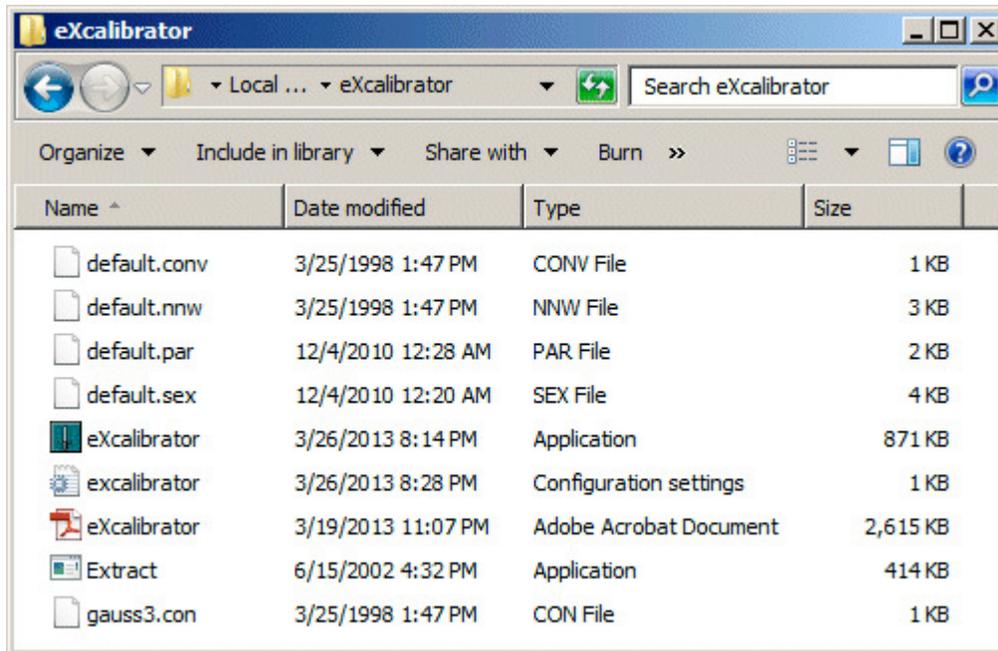
- Für Windows XP oder höher
- Speichert die R, G und B FITS Bilder in folgenden Formaten: bit signed, 16-bit unsigned, 32-bit float, or 32-bit integer

Eines der L,R,G,B Bilder muss astrometrisch berechnet (plate solve) sein und die entsprechenden WCS Daten im Fitsheader enthalten. Die WCS Daten müssen folgende Schlüsselwörter beinhalten - wie in Option A und/ oder B gezeigt:

| Option A | Option B |
|--------------------------------|--------------------------------|
| BITPIX | BITPIX |
| BZERO, BSCALE (16-bit only) | BZERO, BSCALE (16-bit only) |
| NAXIS1,NAXIS2 | NAXIS1, NAXIS2 |
| CRPIX1, CRPIX2 | CRPIX1, CRPIX2 |
| RPIX1, CRPIX2 | CRPIX1, CRPIX2 |
| CD1_1, CD1_2 | CDELTA1, CDELTA2 |
| CD2_1, CD2_2 | CROTA1, CROTA2 |
| CRVAL1, CRVAL2 | CRVAL1, CRVAL2 |
| CTYPE1, CTYPE2 | CTYPE1, CTYPE2 |

eXcalibrator Programm Installation

Programm von folgender Internetseite laden (<http://www.bf-astro.com/eXcalibrator/eXcalibrator.htm>) und in einen beliebigen Ordner auf der Festplatte speichern. Anschließend die zip Datei entpacken.



3. Kalibrierung - Arbeitsschritte

Zuerst eine Anmerkung zum Begriff "kalibrieren" in diesem Handbuch. "Kalibrieren" bezieht sich auf die Berechnung des Weißabgleichs. Daher der Name für die Software ... eXcalibrator.

Übersicht der Arbeitsschritte

Verwendung von eXcalibrator oder G2V kalibrierten Bildern oder farbbalanzierten (homofokalen) Filtern. Siehe Kapitel 5 und 6.

1. Abspeichern der registrierten R,G,B Bilder in einem 16 oder 32-bit FITS Format.
2. Berechne eine astrometrische Lösung (plate solve) für eines der Bilder, um die WCS Daten zu erhalten; anschließend das Bild nochmals speichern, damit die WCS Daten sicher im FITS header übernommen werden.
3. Starte eXcalibrator und wähle die R,G,B Bilder und das WCS FITS Bild.
4. Einstellen der eXcalibrator Optionen.
5. Klick auf "Calibrate Image" für eine erste Berechnung der Kalibrierfaktoren.
6. Was tun bei langsamer Internetverbindung?
7. Einstellungen anpassen / verbessern (wenn notwendig).
8. Anwenden der Korrekturfaktoren.

Arbeitsschritte - detailliert

i) Speichern der Bilder

- Speichern der R,G,B Bilder und das WCS Bild in einem 16 oder 32-bit FITS Format. Das WCS Bild kann auch eines der drei R,G,B Bilder sein, wenn es die WCS Daten im Fitsheader hat.
- Speichern der drei Farbbilder (R,G,B) im selben bit Format.
- Das bit Format vom WCS Bild kann vom bit Format der R,G,B Bilder abweichen.

ii) Bild astrometrisch berechnen (plate solve)

- Mit CCDSoft und TheSky6 - jedes registrierte Bild kann für einen astrometrische Berechnung verwendet werden.
- TheSkyX Image Link.
- In MaxIM DL, verwende PinPoint LE oder die Vollversion von PinPoint Astrometry.
- Mit PixInsight
 - Wenn das WCS Bild mit PixInsight erstellt wurde, soll es keines der R,G,B Bilder sein und die R,G,B Bilder auch nicht astrometrisch berechnet sein. Wenn ALLE Farbbilder (R,G,B) mit PixInsight astrometrisch berechnet wurden, kann eines davon als WCS Bild verwendet werden.
 - Wenn eines der drei Farbbilder mit einer anderen Software astrometrisch berechnet wurde, kann es ebenfalls als WCS Bild verwendet werden.
 - Für eine detaillierte Erklärung - siehe <http://bf-astro.com/eXcalibrator/excalPixInsight2.htm>
- Astrometrica - <http://www.astrometrica.at/>
- Online - <http://nova.astrometry.net/>

iii) Erste Dateneingabe

- Startbildschirm nach dem Öffnen von eXcalibrator

eXcalibrator Version 5.0

File GridSize ApertureSize Calibration Method Server StayOnTop ViewFiles Credits Help

Red Double click to select image

Green Double click to select image

Blue Double click to select image

Force PixInsight Routines Flip The RGB Data Vertically

Magnitude **Min** **Max**

19 20

Sum File Double click to select image

RA

Dec

Search Radius

Min. Flux 50000

Dead Zone Border

SDSS-DR7 SDSS-DR9 APASS

| Y/N | Red | Green | Blue | uMag | u-g | X | Y | ApSize |
|-----|-----|-------|------|------|-----|---|---|--------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Avg

StdDev

RMS

Update / Review Running Average

Remove Outliers

Using SDSS Data

Min **Max**

u-g 1.38 1.48

g-r 0.34 0.54

Set Defaults

Set Min, Max Mag. & Flux to Defaults

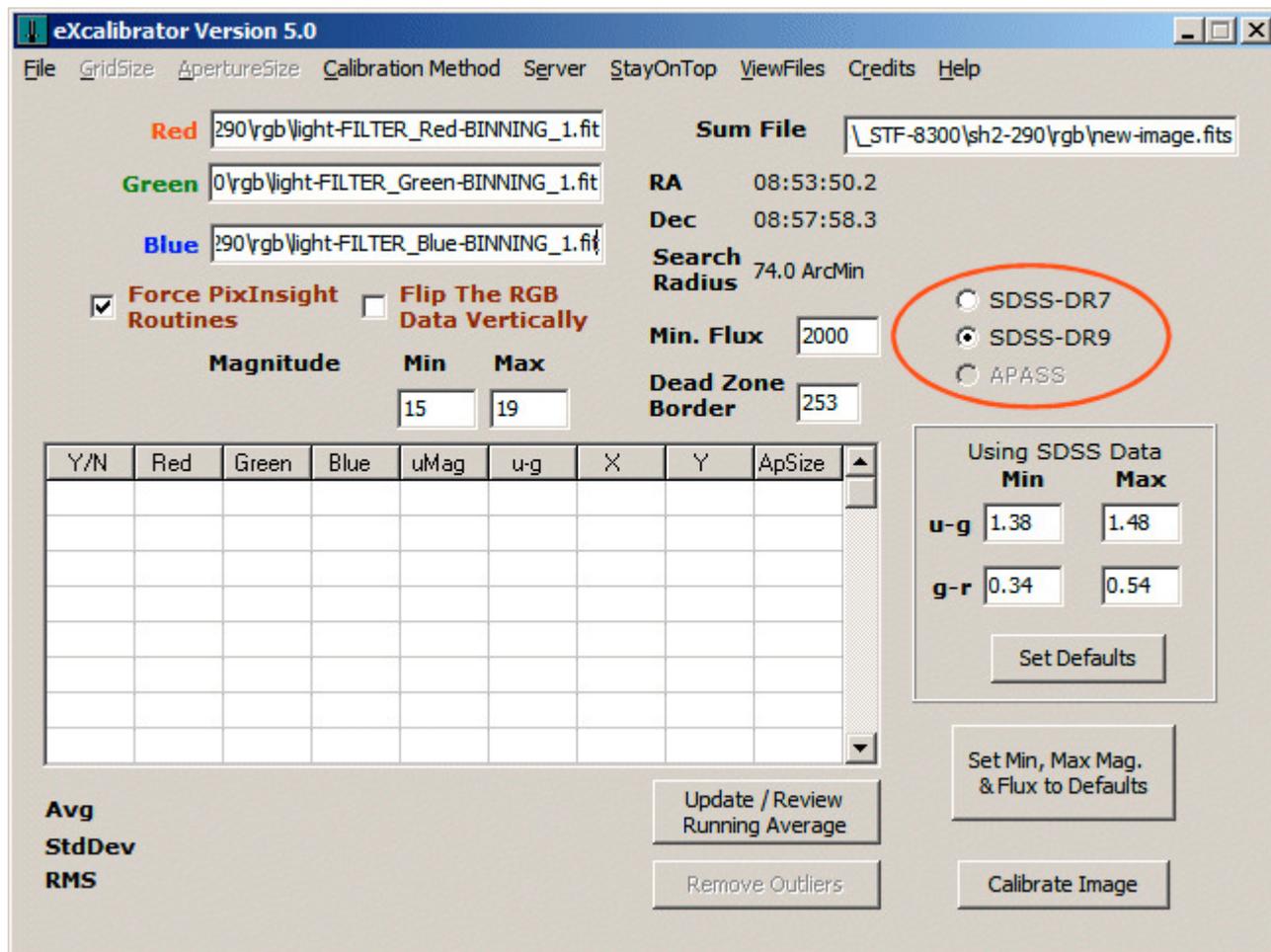
Calibrate Image

iv) Einstellungen

Auswahl Sternkatalog

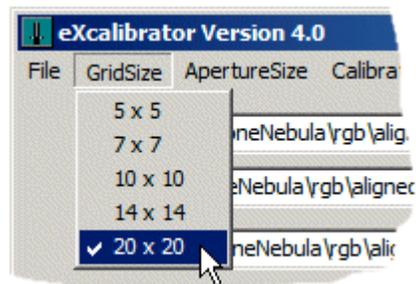
Die Daten vom APASS Katalog sind ein wenig ungenauer als die vom SDSS Katalog. Daher zuerst immer den SDSS-DR9 Katalog anwählen bzw. den SDSS-DR7.

Leider deckt der sehr genaue SDSS Katalog nur 25% vom Himmel ab. Wenn keine Daten von den SDSS Katalogen vorhanden sind, liefert APASS trotzdem gute Ergebnisse. Diese Auswahl ist aber auf die Linear Regression Methode begrenzt.



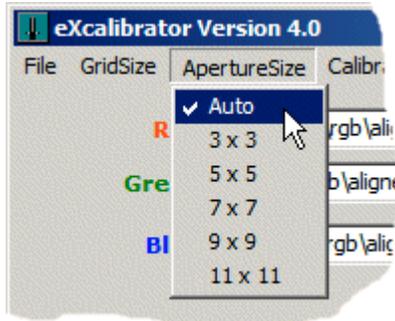
GridSize

Diese Zahl bestimmt die Anzahl der Felder im Raster im lokalen Hintergrund ... 20x20 erstellt 400 Felder. Für Kameras mit kleineren Chips funktioniert 5x5 oder 7x7 eventuell besser - probieren! Bei der Anwendung von SExtractor oder Linear Regression ist diese Auswahl deaktiviert .



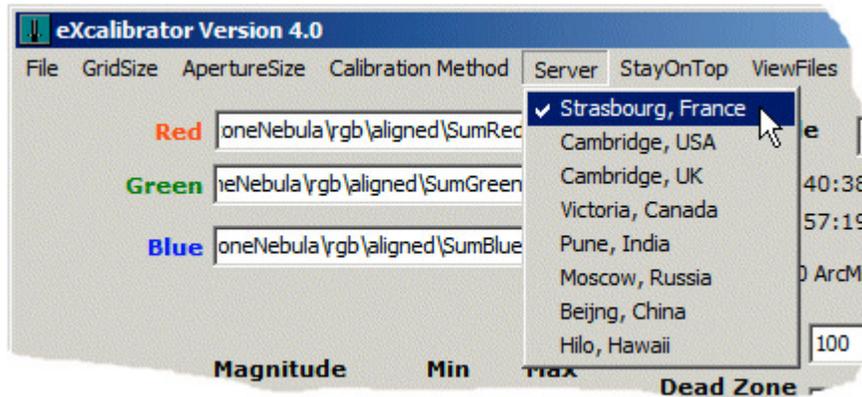
ApertureSize

“ApertureSize” bestimmt die Größe, in Pixel, vom quadratischen Raster zur Berechnung vom durchschnittlichen Lichtfluss pro Stern. “Auto” - eXcalibrator wählt für jeden Stern die optimale Größe automatisch. Andernfalls verwendet eXcalibrator die angegebene Rastergröße für alle Sterne. ApertureSize steht nur bei "eXcalibrator Classic" zur Auswahl und ist ansonsten deaktiviert.



Server

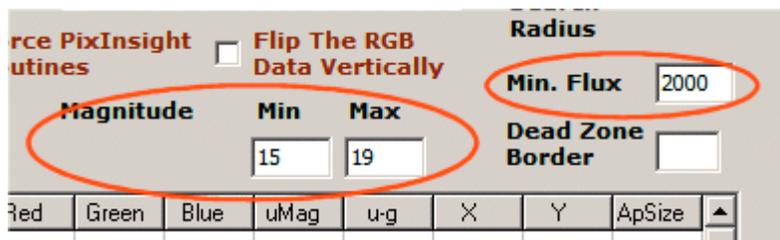
Auswahl vom welchen Server die Daten geladen werden. Erfahrungsgemäß funktioniert Strasbourg, France schnell und zuverlässig.



Min. , Max Magnitude & Min. Flux

Min und Max Magnitude bestimmen die Grenzwerte für die zu ladenden Daten von SDSS oder APASS. Voreingestellt sind 15 & 19 für SDSS und 11 & 16 für APASS.

Min. Flux ist die minimale Helligkeit für einen Stern im roten, grünen oder blauen Bild. Standardwerte sind 125 für eXcalibrator Classic, 2000 für SExtractor & Linear Regression w/ SDSS Daten und 10,000 für die APASS Daten.

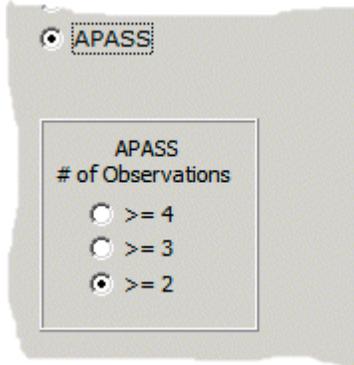


Mit dieser Schaltfläche werden alle drei Werte auf die Grundeinstellung zurück gesetzt.



APASS # of Observations

Ermittelte Daten mit einer höheren Zahl (# of Observations, ≥ 4 , ...) liefern genauere Ergebnisse, stehen aber nicht immer zur Verfügung. Bei einer kleineren Zahl findet eXcalibrator eine größere Zahl von brauchbaren Sternen. Auch wenn diese Daten nicht so genau sind, ergibt sich durch das Mitteln oftmals eine sehr gute Lösung.



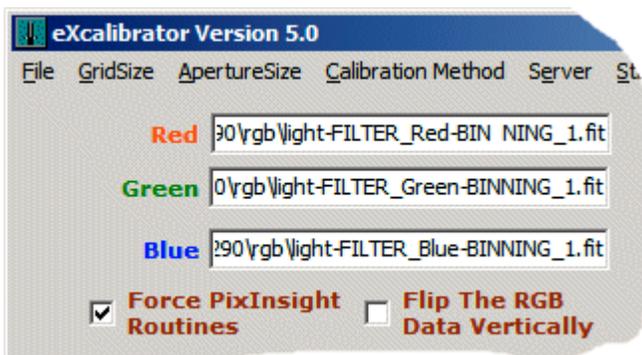
Extra Einstellungen für PixInsight Bilder

- **Force PixInsight Routines:**

PixInsight skaliert Bilddaten automatisch in den Zahlenbereich von 0.0 bis 1.0 - eXcalibrator berücksichtigt das auch. Sollten die PixInsight Bilder trotzdem nicht korrekt übernommen werden, hilft die Auswahl dieser Option.

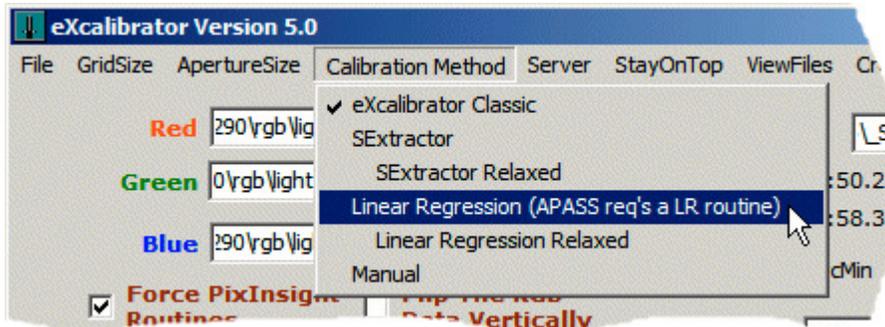
- **Flip The RGB Data Vertically:**

Wird ein Bild in PixInsight astrometrisch berechnet (ImageSolve), wird es vertikal gespiegelt. Die Ausrichtung entspricht daher nicht mehr der Ausrichtung der R,G,B Bilder. Die Auswahl dieser Option spiegelt dann die R,G,B Bilder ebenfalls. Im Zweifelsfall mit und ohne "Flip The RGB Data Vertically" probieren. Die korrekte Auswahl erkennt man daran, dass mehr Sterne erkannt werden.



Kalibrieren - Methoden

- Die "eXcalibrator Classic" Methode verwendet die originalen Programmfunktionen zur Berechnung der Korrekturfaktoren.
- "SExtractor" ist eine externe Software, die die Sterne im Bild sehr genau lokalisieren und berechnen kann. Dieser Prozess ist ein wenig langsamer im Vergleich zu "eXcalibrator Classic", verwendet dafür aber nur die am besten geeigneten Sterne und liefert somit genauere Ergebnisse.
- "SExtractor Relaxed" findet mehr Sterne (höhere Toleranzgrenze bei der Auswahl).
- Die "Linear Regression" Routine verwendet 'cyan to white to orange' Sterne. APASS setzt die Verwendung von "Linear Regression" voraus.
 - Diese Berechnung verwendet oftmals mehrere hundert Sterne. Das ist nützlich bei Bildern mit einem kleinen Gesichtsfeld.
 - Diese Methode verwendet ebenfalls SExtractor.
 - Detaillierte Informationen zu Linear Regression - siehe:
<http://bf-astro.com/eXcalibrator/LinearRegressionApproach.pdf>
- "Manual" - wenn keine astrometrische Berechnung des Bilder möglich ist.



v) Berechnen der Faktoren

- Klick auf die Schaltfläche "Calibrate Image".
- In wenigen Sekunden soll ein Ergebnis errechnet sein. Wie lange die Berechnung letztendlich dauert hängt von der Bildgröße und der Internetverbindung ab.

eXcalibrator Version 5.0

File GridSize ApertureSize Calibration Method Server StayOnTop ViewFiles Credits Help

Red: 290\rgb\light-FILTER_Red-BINNING_1.fit
 Green: 0\rgb\light-FILTER_Green-BINNING_1.fit
 Blue: 290\rgb\light-FILTER_Blue-BINNING_1.fit

Force PixInsight Routines Flip The RGB Data Vertically

WCS File: _STF-8300\sh2-290\rgb\new-image.fits

RA: 08:53:50.2
 Dec: 08:57:58.3
 Search Radius: 74.0 ArcMin

Min. Flux: 10000
 Dead Zone Border: 253

SDSS-DR7
 SDSS-DR9
 APASS

| Y/N | U-Mag | G-Mag | R-Mag | B-Flux | G-Flux | R-Flux | X | Y |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| No | 14.521 | 14.722 | 14.321 | 43360 | 51771 | 54906 | 705 | 883 |
| No | 11.444 | 11.780 | 11.107 | 550827 | 599530 | 623681 | 2557 | 1784 |
| No | 14.334 | 14.756 | 13.913 | 45962 | 45612 | 38978 | 2540 | 1021 |
| No | 11.624 | 11.841 | 11.407 | 536525 | 527886 | 479254 | 2169 | 1763 |
| Yes | 14.525 | 14.764 | 14.286 | 46591 | 44432 | 37711 | 1068 | 1715 |
| No | 14.454 | 14.774 | 14.133 | 46964 | 43571 | 35406 | 758 | 1911 |
| No | 11.755 | 11.964 | 11.547 | 494895 | 477475 | 434742 | 2296 | 1162 |
| No | 11.584 | 12.031 | 11.137 | 414895 | 486664 | 596740 | 1647 | 1148 |

Avg: 1.00 0.89 0.86 155 star(s) used.
 Std Error of Regression: 0.02 0.04 Linear Regression

Buttons: Update / Review Running Average, Remove Outliers, Set Min, Max Mag. & Flux to Defaults, Calibrate Image

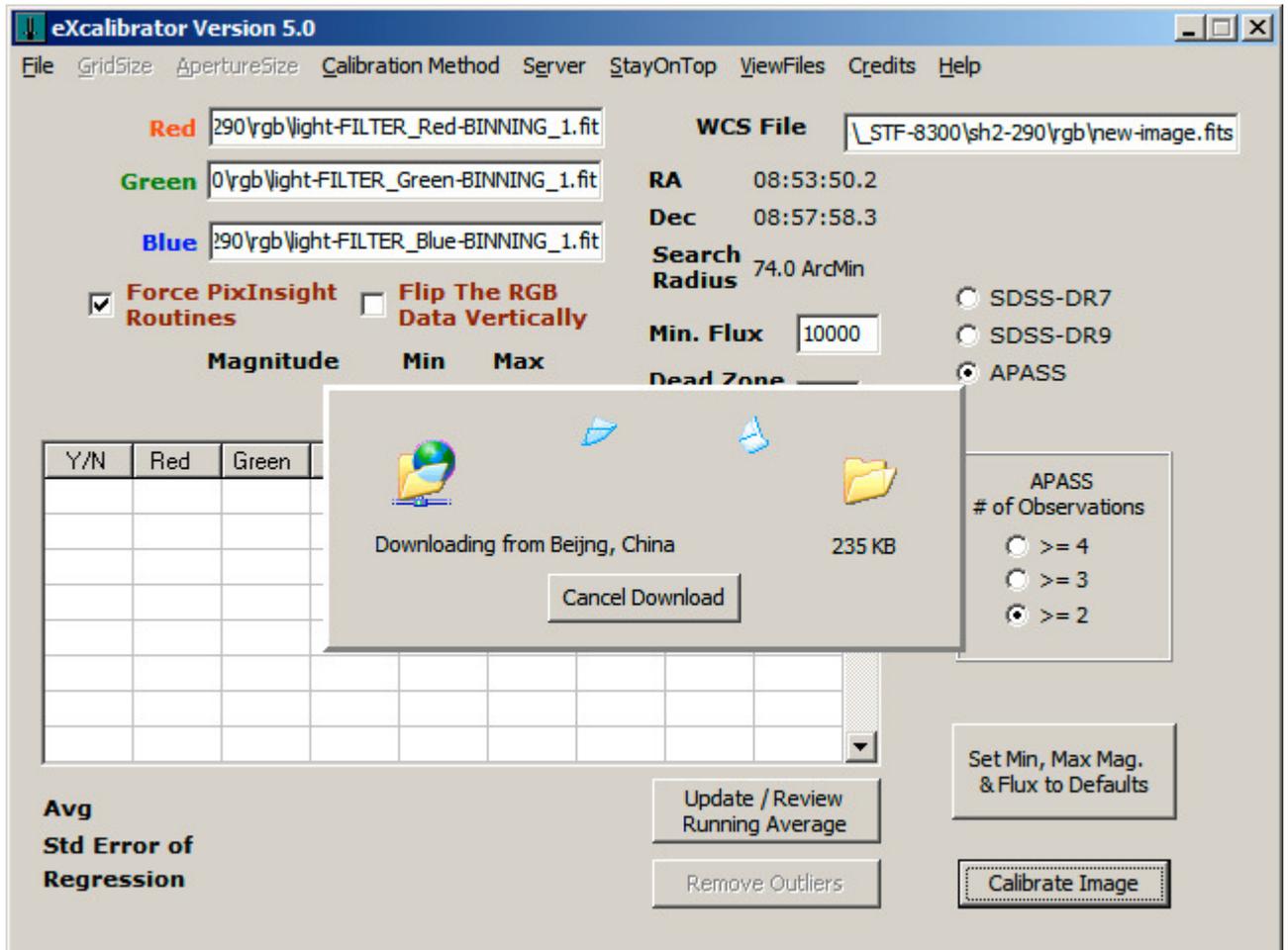
APASS # of Observations: >= 4, >= 3, >= 2

vi) Was tun bei langsamen Download?

Für langsamen Download kann es mehrere Ursachen geben. Oftmals ist die Ursache, dass der VizieR Server überlastet oder gewartet wird.

Nach dem Klick auf die Schaltfläche "Calibrate Image," erscheint ein Fenster mit Informationen zum Download. Es wird der verwendete Server und der Fortschritt (Datenmenge in KB) angezeigt. Zu Beginn ist die Schaltfläche "Cancel Download" deaktiviert. Leider kann eXcalibrator den Download nicht abbrechen, bis eine Verbindung zum Server von VizieR server besteht. Das dauert normalerweise einige Sekunden. Wenn der Server nach 30 Sekunden noch immer nicht reagiert, kann es notwendig sein, eXcalibrator mittels dem Task Manager schließen zu müssen.

Sobald aber eine Verbindung mit dem Server existiert, ist die Schaltfläche "Cancel Download" aktiviert und der laufenden Download kann abgebrochen werden, um eventuell einen anderen Server auszuwählen.

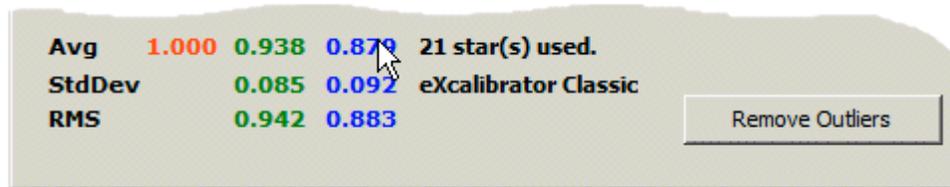


vii) Nachträgliche Einstellungen

Ändern der Normalisation der RGB Faktoren (wenn notwendig)

eXcalibrator berechnet standardmäßig die Korrekturfaktoren in Bezug auf Rot. Daher hat der Faktor für Rot immer den Wert 1.00 und der Wert für Grün bzw. Blau kann größer als 1 sein. In manchen Programmen dürfen die Korrekturfaktoren nicht größer als 1 sein (zB PixInsight). Dazu doppelklickt man auf die größte Zahl und die Werte werden entsprechend neu berechnet.

Beispiel: ein Doppelklick auf die blaue Zahl 0.879 ändert die Werte für rot, grün und blau auf 1.138, 1.067 and 1.000. Wenn die Zahlen der Korrekturfaktoren nicht größer als 1 sein dürfen (zB PixInsight) genügt ein Doppelklick auf den höchsten Wert in der Zeile Avg.



Zu wenig Sterne - was tun?

- Wenn nicht genug Sterne für eine Farbkalibrierung angezeigt werden, kann man ...
- die Werte ändern von Min und/oder Max Magnitude - klick "Calibrate Image"
 - verringern der "Dead Zone Border" - dadurch ergibt sich eine größere genutzte Bildfläche
 - erweitern der Werte (u-g), (g-r) values. Eine kleine Änderung wirkt sich bereits merkbar im Ergebnis aus. Probier mit +/- 0.05. Auch die "Linear Regression" Routine liefert üblicherweise eine ausreichend Anzahl an Sternen.
- Erfahrungsgemäß ergeben Min=15 and Max=19, gute Ergebnisse mit den SDSS Daten. Im APASS Katalog sind die Daten nur im Bereich von 11 bis 16 zuverlässig.
- Den von der Berechnung ausgeschlossenen Randbereiche erhöhen - größere Werte in "Dead Zone Border" verwenden.
- Doppelklick in die "Y/N" Spalte um einzelne Sterne ein- bzw. auszuschließen. Mit einem Doppelklick in die Spalte werden die Werte sortiert - hilfreich bei der Kontrolle der Zahlenwerte z.B. um stark abweichende Zahlen (Ausreißer) zu identifizieren.

Weitere Feineinstellungen:

- Ändern der Min und Max Werte (u-g), (g-r) für die SDSS Filter Subtraktion. Eine geringfügige Änderung der Zahlenwerte von ± 0.05 ist noch ok und es werden dadurch wesentlich mehr Sterne erkannt. Empfohlen bleiben aber trotzdem die voreingestellten Zahlenwerte!
- Eine bessere Methode um die Anzahl der Sterne zu erhöhen ist die Verwendung von der Linear Regression Routine.

Table Data:

| Y/N | Red | Green | Blue | uMag | u-g | X | Y | ApSize |
|-----|------|-------|-------|--------|-------|------|------|--------|
| Yes | 1.00 | 0.844 | 0.859 | 16.916 | 1.423 | 2223 | 913 | 5 x 5 |
| Yes | 1.00 | 0.846 | 0.839 | 16.929 | 1.415 | 2813 | 460 | 5 x 5 |
| Yes | 1.00 | 0.855 | 0.849 | 16.994 | 1.454 | 2145 | 1152 | 5 x 5 |
| Yes | 1.00 | 0.835 | 0.841 | 17.033 | 1.479 | 1505 | 1772 | 5 x 5 |
| Yes | 1.00 | 0.831 | 0.819 | 16.947 | 1.390 | 1845 | 1699 | 5 x 5 |
| No | 1.00 | 0.798 | 0.766 | 17.058 | 1.436 | 2070 | 1909 | 5 x 5 |
| Yes | 1.00 | 0.868 | 0.853 | 17.126 | 1.477 | 3000 | 1883 | 5 x 5 |
| Yes | 1.00 | 0.834 | 0.831 | 17.062 | 1.388 | 383 | 1171 | 5 x 5 |

Summary Statistics:

| | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| Avg | 1.00 | 0.84 | 0.84 | 54 star(s) used. |
| StdDev | | 0.02 | 0.02 | eXcalibrator Classic |
| RMS | | 0.84 | 0.84 | |

Farbkalibrierung per Hand

- eXcalibrator bietet auch die Möglichkeit eine Farbkalibrierung per Hand durchzuführen. Verwende die X- und Y-Spalte in der Tabelle im eXcalibrator Fenster um die Positionen der verwendeten Sterne zu ermitteln. Mit einer geeigneter Software werden dann die R,G,B Werte für den Stern gemessen und in den ersten drei Spalten im Fenster 'Manual Color Calibration' eingetragen. Werte von bis zu 10 Sternen können auf diese Weise in das Formular eingetragen werden (4 bis 5 sollten aber ausreichend sein). Anschließend auf die Schaltfläche "Compute Grid" klicken um die Korrekturfaktoren zu berechnen. Die Korrekturfaktoren für Grün und Blau werden in den beiden rechten Spalten unter der Tabelle angezeigt.
- eXcalibrator liefert üblicherweise zuverlässige Werte. Eine Berechnung mittels händischer Dateneingabe kann zur Überprüfung der automatisch ermittelten Korrekturfaktoren verwendet werden oder wenn die automatische Berechnung zu keinem plausiblen Ergebnis führt.

The screenshot shows the eXcalibrator Version 5.0 interface. A 'Manual Color Calibration' dialog box is open, displaying a table with the following data:

| Red | Green | Blue | Green_F | Blue_F |
|-----|-------|------|---------|--------|
| 189 | 178 | 108 | 1.062 | 1.750 |
| 128 | 117 | 102 | 1.094 | 1.255 |
| 110 | 104 | 93 | 1.058 | 1.183 |
| 102 | 95 | 83 | 1.074 | 1.229 |

Below the table, the values **1.072** and **1.354** are displayed. The dialog box also contains buttons for 'Clear Grid', 'Compute Grid', and 'Exit'. The main window shows various settings and a summary table at the bottom:

| Y/N | Red | Green | Blue | Mag |
|-----|------|-------|------|-----|
| Yes | 1.00 | 0.84 | 0.84 | |
| Yes | 1.00 | 0.84 | 0.84 | |
| Yes | 1.00 | 0.84 | 0.84 | |
| Yes | 1.00 | 0.84 | 0.84 | |
| Yes | 1.00 | 0.84 | 0.84 | |
| No | 1.00 | 0.84 | 0.84 | |
| Yes | 1.00 | 0.84 | 0.84 | |
| Yes | 1.00 | 0.84 | 0.84 | |

Summary statistics at the bottom of the main window:

| | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| Avg | 1.00 | 0.84 | 0.84 | 54 star(s) used. |
| StdDev | 0.02 | 0.02 | 0.02 | eXcalibrator Classic |
| RMS | 0.84 | 0.84 | 0.84 | |

4. Anwendung SExtractor

Was ist SExtractor?

SExtractor ist ein Copmputerprogramm, das von einer Astroatnahme einen Katalog von den enthaltenen Objekten erstellt. Die Software wurde von Emmanuel Bertin und S. Arnouts vom Institut d'Astrophysique de Paris geschrieben. Anfang der 1990er Jahre war die Aufgabe von SExtractor einen Kompromiss zwischen exakter Datenerfassung und akzeptabler Rechengeschwindigkeit zu erfüllen. Die Spezialität von SExtractor ist die exakte Erfassung von photometrischen Daten.

Wie eXcalibrator SExtractor verwendet

In eXcalibrator läuft SExtractor im Hintergrund und im "Doppelbild Modus." Bild 1 (das Summenbild) liefert das Zentrum der Lichtquelle und Bild 2 liefert die Lichtstromwerte (lux). Für Bild 1 kann eines der R, G, B Bilder oder auch eine Luminanzaufnahme verwendet werden. Bild 1 muss zusätzlich auch astrometrisch berechnet sein (plate solved). Der "Doppelbild Modus" gewährleistet, dass die Lichtwerte der R,G,B Bilder exakt an derselben Stelle im Bild und auf gleiche Art gemessen werden.

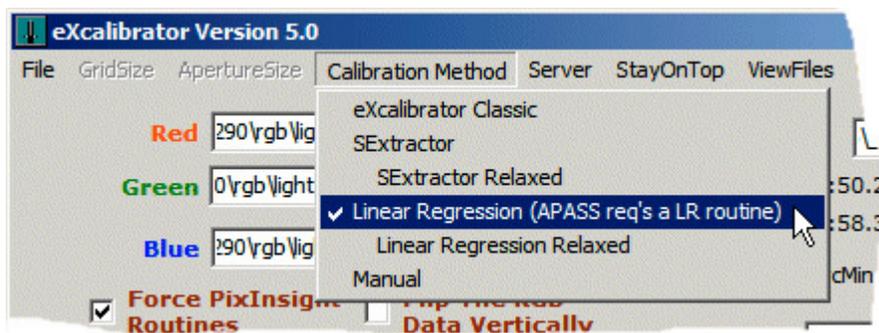
SExtractor reverses the eXcalibrator calculation process.

- SExtractor erstellt Kataloge von allen geeigneten Lichtquellen im R, G und B Bild und schreibt die Daten in ein Textdatei. Dieser Prozess dauert ein wenig länger, da SExtractor das gesamte Bild berechnet. Der Standardprozess von eXcalibrator (unter)sucht nur die Sterne, welche in den geladenen Daten vorhanden sind.
- eXcalibrator lädt dann die SExtractor Kataloge und vergleicht die Werte mit den geladenen Daten vom VizieR Server.
- Abschließend berechnet eXcalibrator die RGB Korrekturfaktoren.

SExtractor Arbeitsschritte

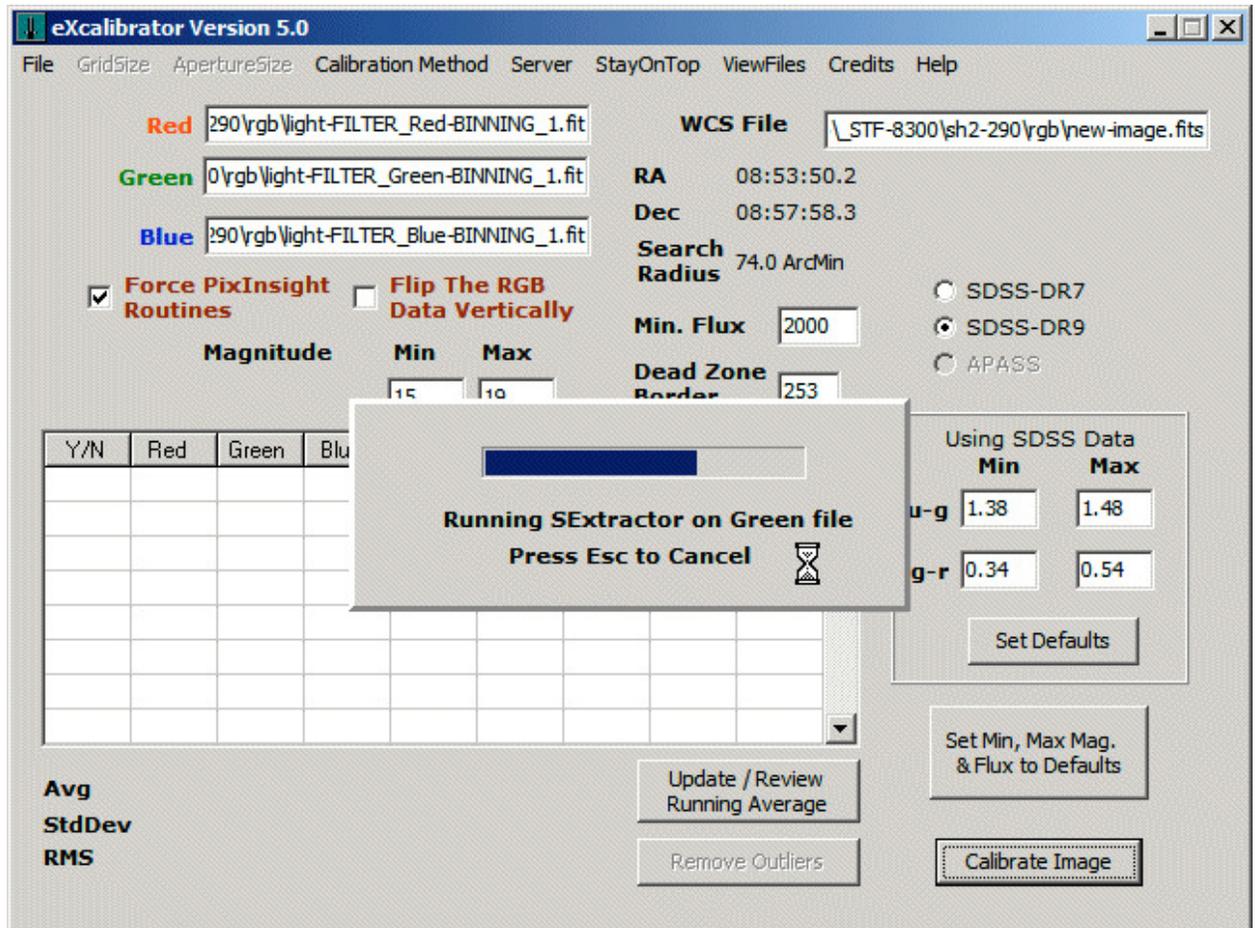
Die Source Extractor Arbeitsschritte sind dieselben wie bei eXcalibrator Classic. Wähle eine der 4 SExtractor Berechnungsmethoden.

- "SExtractor" - verwendet die nur die geeignetsten Sterne in der Aufnahme.
- "SExtractor Relaxed" - findet mehr Sterne, da die Auswahlkriterien geringfügig erweitert werden.
- "Linear Regression" - verwendet Sterne mit einem breiteren Spektrum und nur die geeignetsten davon.
- "Linear Regression Relaxed" - verwendet Sterne mit einem breiteren Spektrum die Auswahlkriterien sind geringfügig erweitert.



- Nach dem Klick auf "calibrate image," führt eXcalibrator einen zusätzlichen Schritt durch. eXcalibrator startet SExtractor für die drei R,G,B Bilder. Dabei werden Textdateien im Folder von eXcalibrator mit den Bezeichnungen r.txt, g.txt, b.txt erstellt. Dieser Arbeitsschritt dauert ungefähr 10 Sekunden. eXcalibrator wiederholt die SExtractor Analyse nicht, außer eines der Bilder wurde getauscht.

Bildschirm von eXcalibrator während der Berechnung von SExtractor.



Nachdem SExtractor die Berechnung beendet hat, vervollständigt eXcalibrator die Berechnung.

Hier ein typisches Ergebnis einer Weitfeldaufnahme mit Linear Regression.

eXcalibrator Version 5.0

File GridSize ApertureSize Calibration Method Server StayOnTop ViewFiles Credits Help

Red: 290\rgb\light-FILTER_Red-BINNING_1.fit
 Green: 0\rgb\light-FILTER_Green-BINNING_1.fit
 Blue: 290\rgb\light-FILTER_Blue-BINNING_1.fit

Force PixInsight Routines Flip The RGB Data Vertically

Magnitude: Min: 15, Max: 19

Sum File: _STF-8300\sh2-290\rgb\new-image.fits
 RA: 08:53:50.2
 Dec: 08:57:58.3
 Search Radius: 74.0 ArcMin
 Min. Flux: 2000
 Dead Zone Border: 253

SDSS-DR7
 SDSS-DR9
 APASS

| Y/N | U-Mag | G-Mag | R-Mag | B-Flux | G-Flux | R-Flux | X | Y |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| Yes | 16.263 | 15.365 | 15.015 | 26310 | 23422 | 18573 | 2012 | 1718 |
| No | 16.556 | 15.386 | 15.007 | 78152 | 76363 | 65310 | 1222 | 657 |
| Yes | 16.589 | 15.413 | 15.035 | 25059 | 22955 | 18515 | 2830 | 1016 |
| Yes | 16.703 | 15.420 | 15.026 | 24644 | 23448 | 19325 | 2452 | 1858 |
| Yes | 16.638 | 15.438 | 15.022 | 24937 | 23017 | 18674 | 1113 | 506 |
| Yes | 16.644 | 15.444 | 15.071 | 24699 | 22361 | 17626 | 2114 | 403 |
| Yes | 16.602 | 15.447 | 15.100 | 24414 | 22210 | 17745 | 1958 | 311 |
| Yes | 16.566 | 15.455 | 15.054 | 24555 | 22733 | 18456 | 1451 | 2226 |

Avg: 1.00 0.88 0.86 278 star(s) used.
 Std Error of Regression: 0.03 0.06 Linear Regression

Buttons: Update / Review Running Average, Remove Outliers, Set Min, Max Mag. & Flux to Defaults, Calibrate Image

Nachträgliche Einstellungen - siehe Seite 14 - 16.

5. Kalibrieren der RGB Bilder

Warum kalibrieren?

Qualitative Farbbilder benötigen ungefähr dasselbe Signal-Rausch Verhältnis bei den einzelnen R,G,B Bildern. Angenommen das Bild mit dem Blaufilter benötigt 50% mehr Intensität und alle drei Farbkanäle R,G,B wurden mit derselben Belichtungszeit aufgenommen. Bei der Bildbearbeitung ist es möglich den Blaukanal mit 1,5 zu multiplizieren und damit ein korrektes Farbbild zu erstellen. Das Signal-Rausch Verhältnis im Blaukanal wird dadurch aber verschlechtert und führt zu höheren Rauschen und reduzierten Details in den blauen Bildanteilen.

Korrektur - wie?

Es gibt zwei Möglichkeiten die Farbe zu korrigieren. Einerseits kann man bei gleicher Einzelbelichtungszeit der einzelnen Farbkanäle 50% mehr Bilder mit dem Blaufilter erstellen. Andererseits kann man gleicher Anzahl von Einzelbildern die Belichtungszeit mit dem Blaufilter um 50% erhöhen.

Bevorzugt ist die erste Methode, da man nicht extra Darks erstellen muss. Beim Erstellen des Farbbildes wird der Blaukanal mit 1,5 multipliziert. Dadurch ergibt sich die Farbkorrektur. Die zusätzliche Belichtungszeit für Blau sorgt für das ausgeglichene Signal-Rausch Verhältnis zwischen den einzelnen RGB Bildern.

Im zweiten Fall wird das Farbbild im Verhältnis RGB 1:1:1 erstellt. In diesem Fall sorgt die längere Belichtungszeit von Blau für das ausgeglichene Signal-Rausch Verhältnis zwischen den einzelnen R,G,B Bildern und einer korrekten Farbe.

Starten eXcalibrator

Wie bestimmt man die korrekten R,G,B Faktoren für ein gegebenes System aus Teleskop-Filter-Kamera? Eine bewährte Methode ist die G2V Stern Methode. Unsere Sonne ist ein G2V Stern und wir nehmen die Farbe als weiß war. Ziel bei der Erstellung des Farbbildes ist es, durch korrekte Faktoren einen G2V Stern im Bild als weiß darzustellen. eXcalibrator bietet eine Alternative zur G2V Methode, allerdings mit demselben Ziel. Es werden dabei hunderte Sterne in den Einzelbildern für die Ermittlung der Korrekturfaktoren verwendet.

eXcalibrator Teleskop-Filter-Kamera (Imagetrain) Kalibrierung - Arbeitsschritte

- Wähle eine sehr klare Nacht
- Finde einen Himmelsausschnitt in Zenitnähe der von SDSS abgedeckt ist. Welche Bereiche vom Himmel von SDSS erfasst sind findet man hier: <http://www.sdss3.org/dr9/index.php#coverage>
- Erstelle für jeden Filter ein 5min Aufnahme (nachgeführt!).
- Kalibrieren der Bilder mit Darks und Flats (wie üblich).
- Es ist nicht unbedingt notwendig die Bilder aufeinander auszurichten - wenn doch, soll der Algorithmus Nearest Neighbor verwendet werden.
- Anwenden von eXcalibrator - siehe Kapitel 3 und 4.

Beispiel

Das Teleskop-Filter-Kamerasystem vom Autor (RCOS Teleskop, AstroDon Filter, STL-1100 Kamera), ergibt Korrekturfaktoren für R,G,B von 1.00, 0.95 und 1.05. Die Abweichung zu 1,1,1 ist sehr gering und erlaubt gleiche Belichtungszeiten durch die R,G,B Filter. Die errechneten Korrekturfaktoren werden sich für die R,G,B Bilder daher nur gering unterscheiden (vorausgesetzt, die Aufnahmebedingungen waren konstant).

Anders verhält es sich mit dem 2. Teleskop-Filter-Kamerasystem vom Autor (FSQ-106 Refraktor, STF-8300 Kamera, Baader Filter). Die R, G und B Faktoren sind 1.00, 1.20 und 1.43. Es werden die einzelnen R,G,B Bilder ebenfalls gleichlang belichtet, aber mit verschiedener Anzahl - nämlich 10, 12 und 14. Aus den R,G,B Summenbildern errechnet eXcalibrator die Korrekturfaktoren für das Farbbild, die den bereits bekannten Faktoren des Teleskop-Filter-Kamerasystem ähnlich sein sollen.

6. Berechne ein Durchschnittswert von bestehenden Ergebnissen

Warum ?

Es ist eine geeignete Alternative für die Kalibrierung eines Teleskop-Filter-Kamer Systems (Imagetrain). Nicht jeder Astrophotograph ist bereit, die notwendige Zeit für die Kalibrierung aufzubringen bzw. eine Nacht mit sehr guten Aufnahmebedingungen zu verwenden.

Es kann auch vorkommen, dass vom aktuellen Bildausschnitt keine Daten vorliegen - weder vom SDSS noch vom APASS Katalog. Dann kann der Durchschnittswert von bereits vorhandenen eXcalibrator Ergebnissen für die Ermittlung der Korrekturfaktoren verwendet werden.

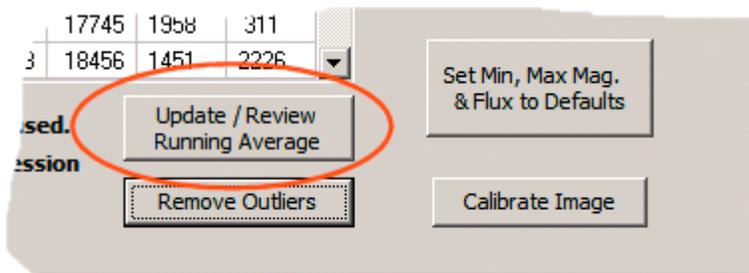
Bei Bildfeldern unter 60° Höhe, sollen Korrekturfaktoren für die Extinktion berücksichtigt werden. Verwende dazu die kostenlose Software vom Autor (Focal Pointe Observatory)

<http://bf-astro.com/extinction/staci.htm>

Wie ?

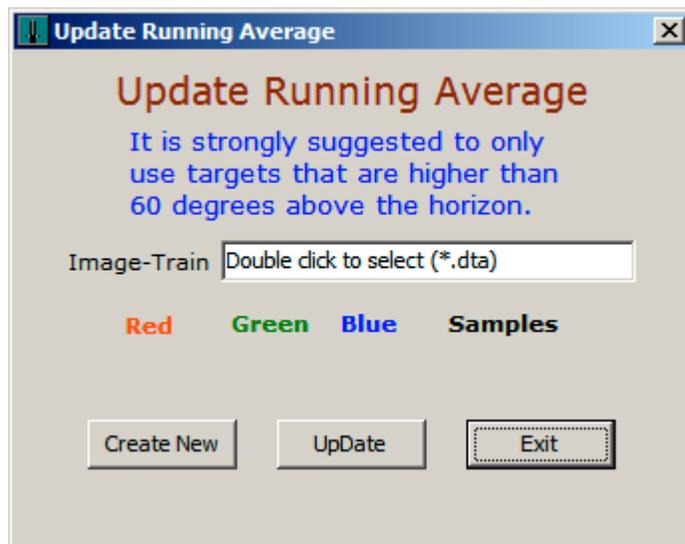
Es sollen nur Bereiche am Himmel, die höher als 60° über den Horizont stehen, für die Aktualisierung von Running Average verwendet werden.

Um bereits bestehende Daten anzuzeigen oder Daten zu aktualisieren, klicke auch die Schaltfläche "Update / Review Running Average"



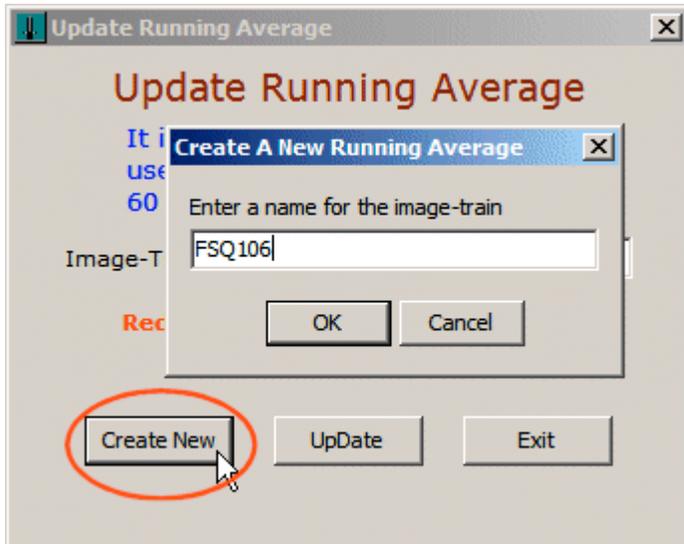
Erste Anwendung:

Klicke auf die Schaltfläche "Update / Review Running Average" (siehe obiges Bild) und das Fenster "Update Running Average" öffnet sich.

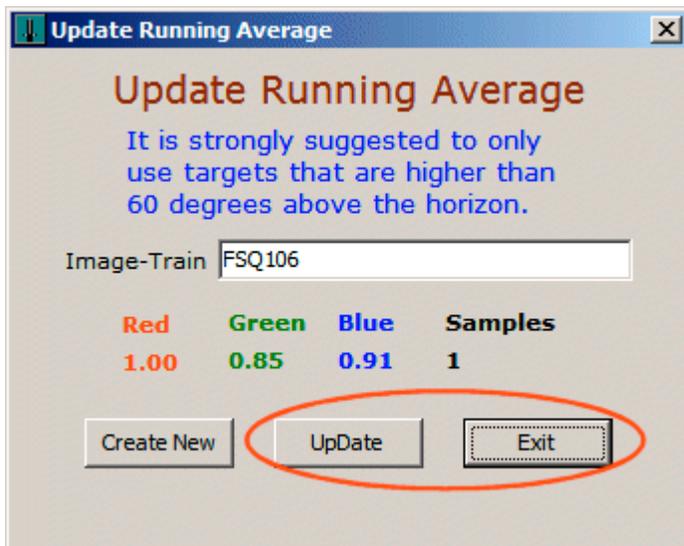


Klick auf die Schaltfläche "Create New" und Eingabe eines Namen für das aktuelle Teleskop-Filter-Kamera System (Imagetrain) - anschließend klick auf die Schaltfläche OK.

eXcalibrator ermöglicht 'running average' für mehrere Teleskope.

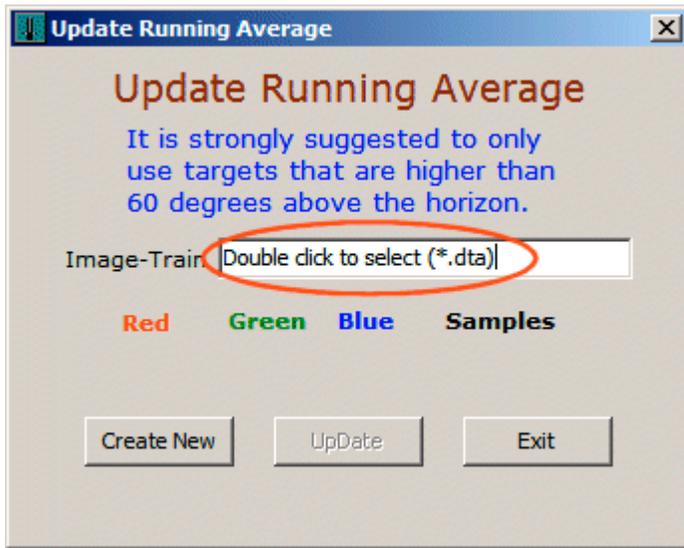


Klick auf die Schaltfläche "UpDate" und anschließend auf die Schaltfläche "Exit."

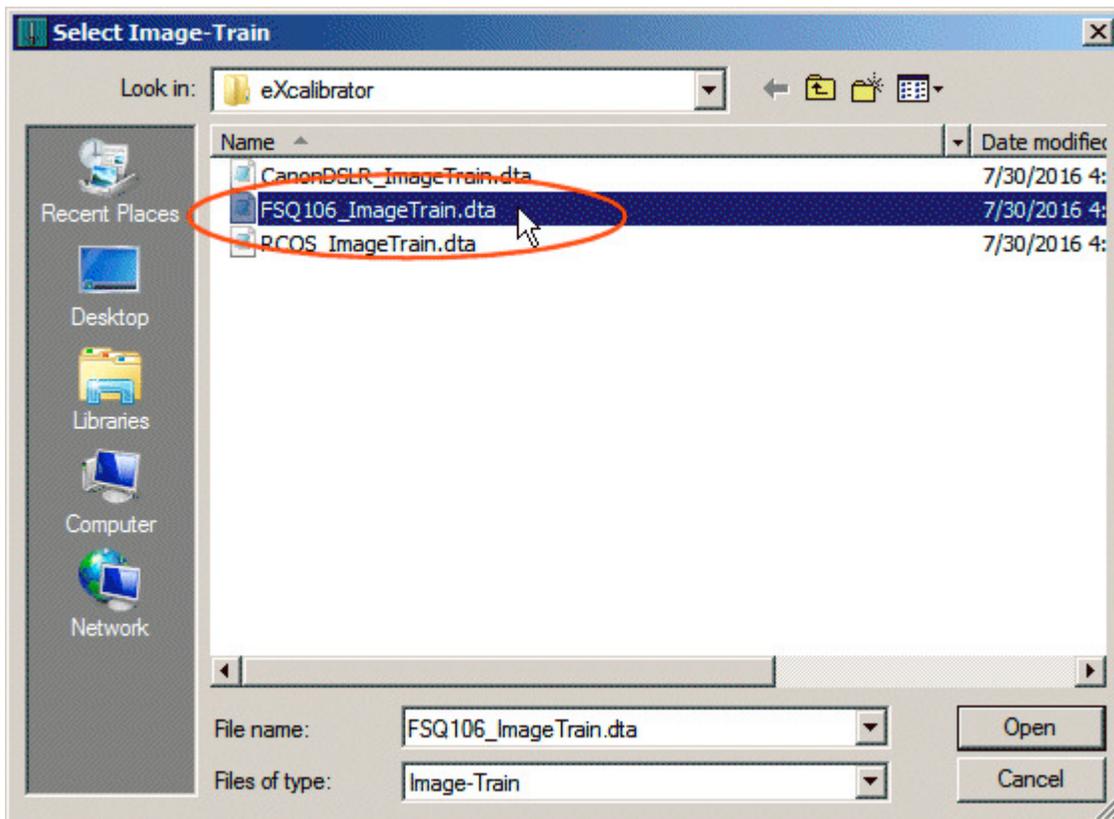


Aktualisieren von Daten oder Anzeige bestehender Ergebnisse.

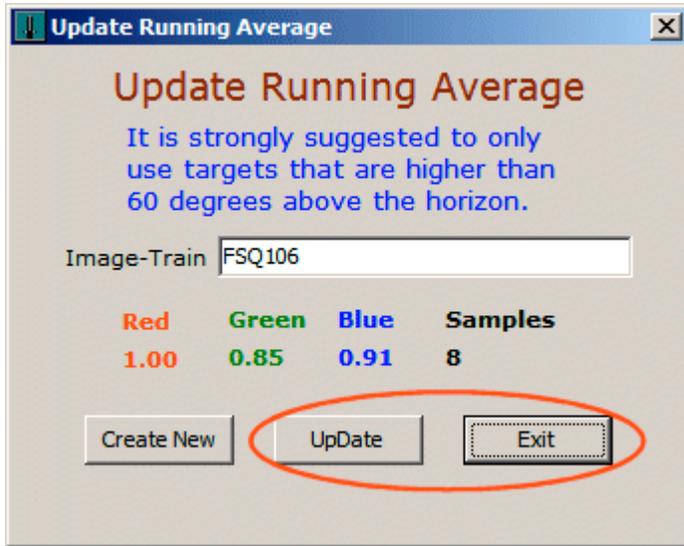
Doppelklick in das Textfeld von "Image-Train" - Auswahl eines bereits bestehenden 'running average'.



Auswahl der gewünschten Datei - ".dta"



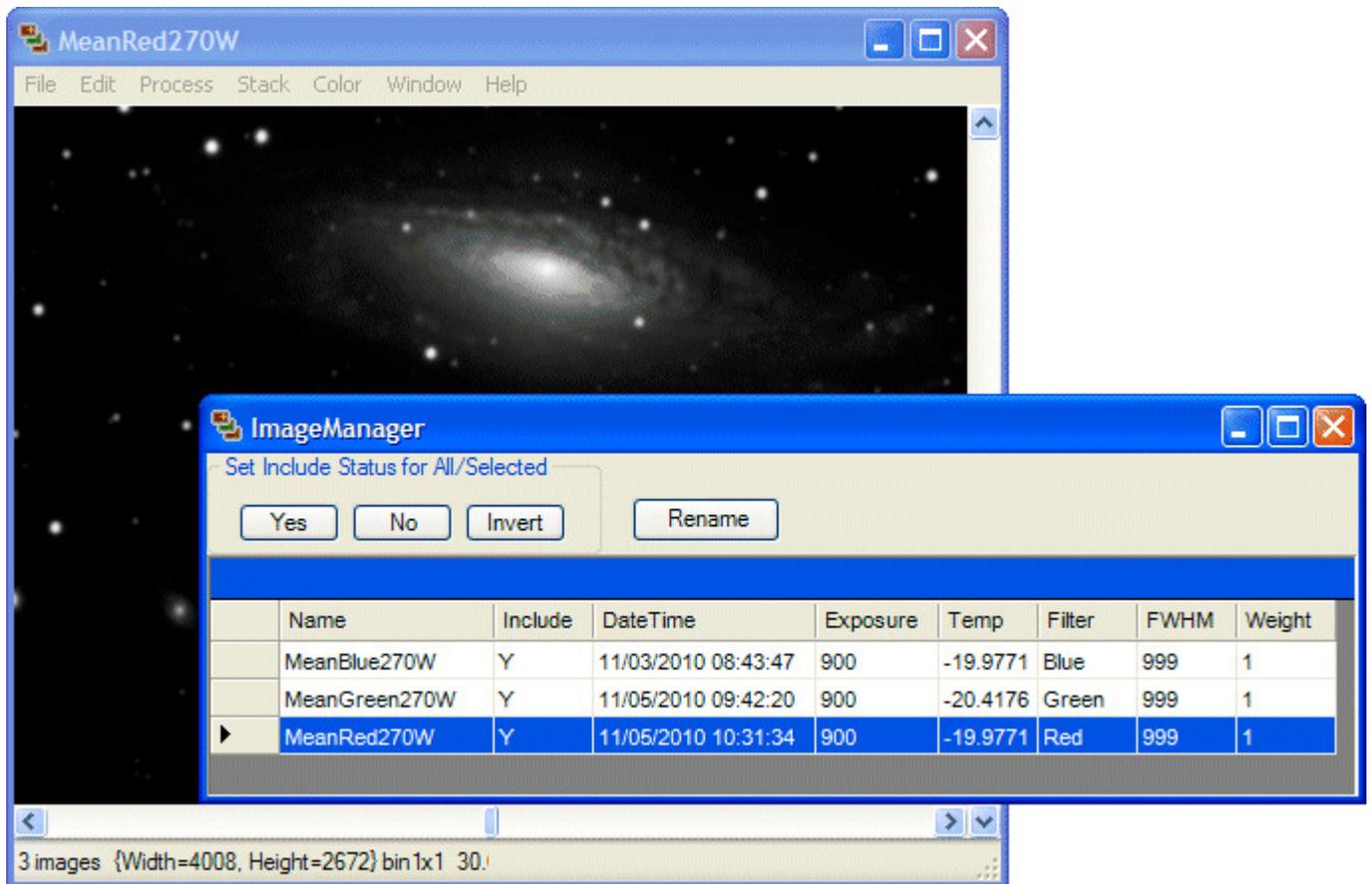
Zum Hinzufügen neuer Daten klicke auf die Schaltfläche "UpDate" und anschließend "Exit" oder... nur "Exit."
Mit ungefähr 10 Werten bleiben die errechneten Durchschnittszahlen bereits konstant.



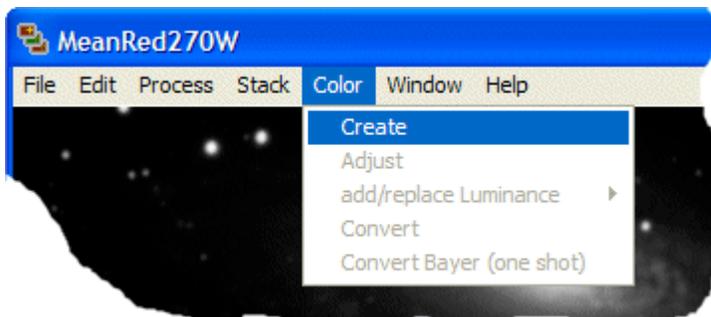
7. Erstellen eines RGB Bildes mit den Faktoren von eXcalibrator - Arbeitsschritte

Anmerkung: In dieser Anleitung wird die Software CCDStack verwendet. Es kann aber auch jede andere geeignete Software dafür verwendet werden.

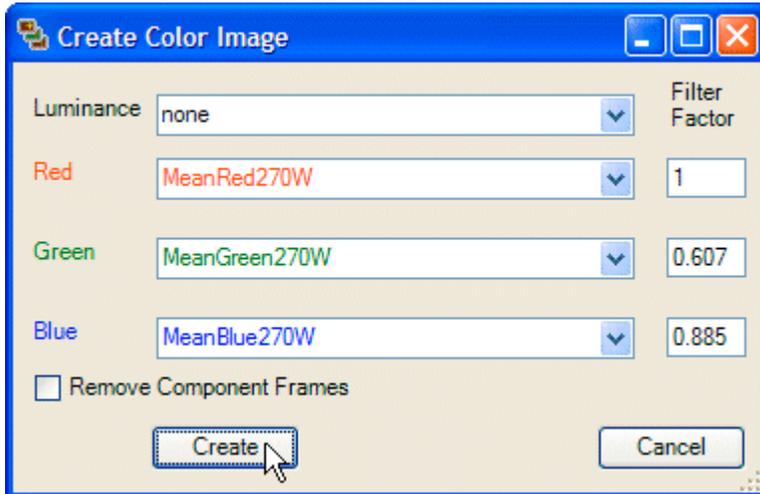
- 1. Schritt:
Laden der drei Masterbilder R,B,G.



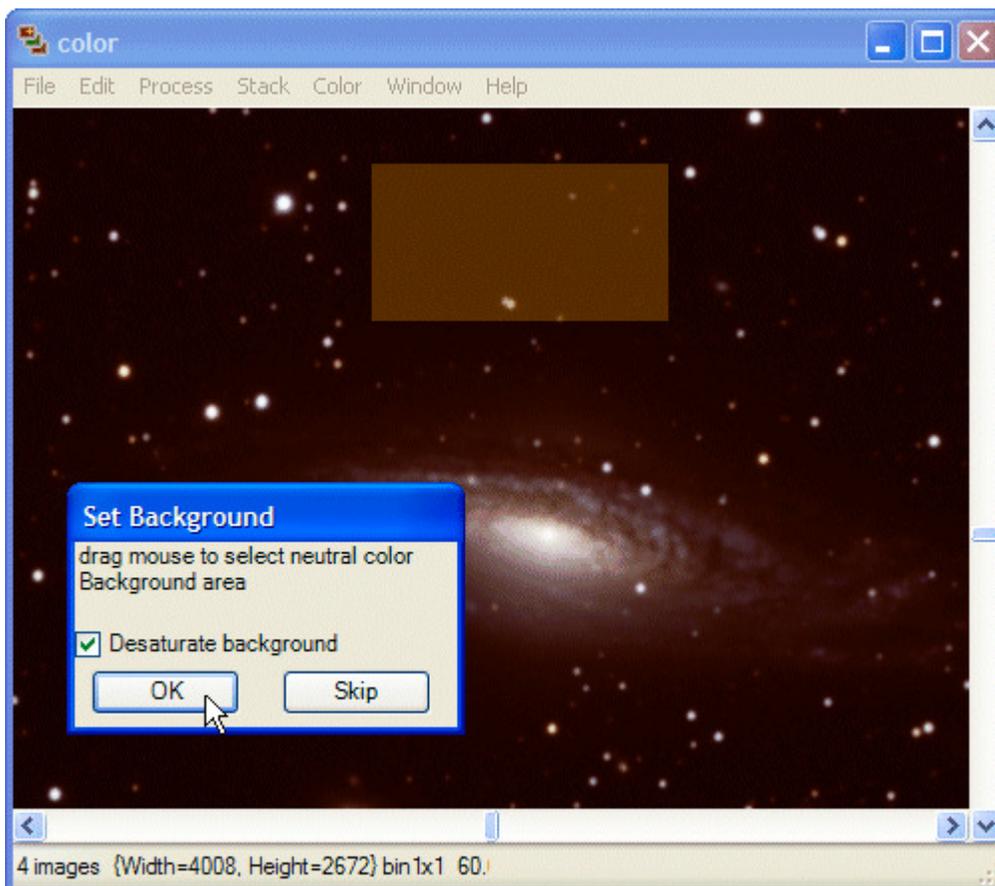
- 2. Schritt:
Wähle "Create" um das Farbbild (RGB) zu erstellen.



- 3. Schritt
Eingabe der Korrekturfaktoren von eXcalibrator, anschließend klick auf die Schaltfläche "Create".



- 4. Schritt
Nach der Farbkalibrierung - auswählen eines Bereichs im Bild, der den Himmelshintergrund darstellt. Bei Gradienten wählt man den hellsten Bereich und anschließend klick auf die Schaltfläche "OK".



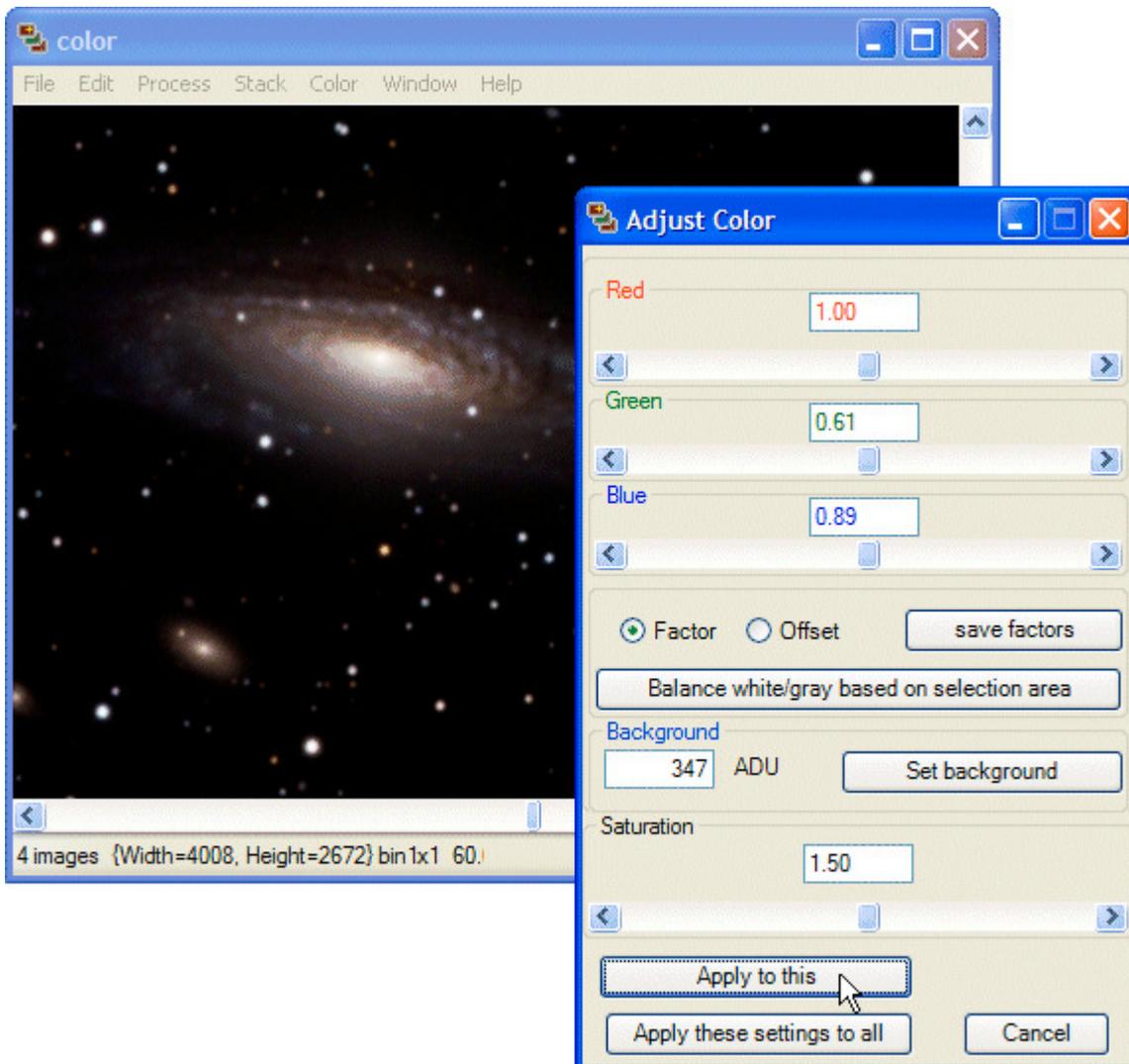
- 5. Schritt

Wenn das Ergebnis korrekt aussieht, klick auf die Schaltfläche "Yes" um "Apply Background Corrections" anzuwenden.

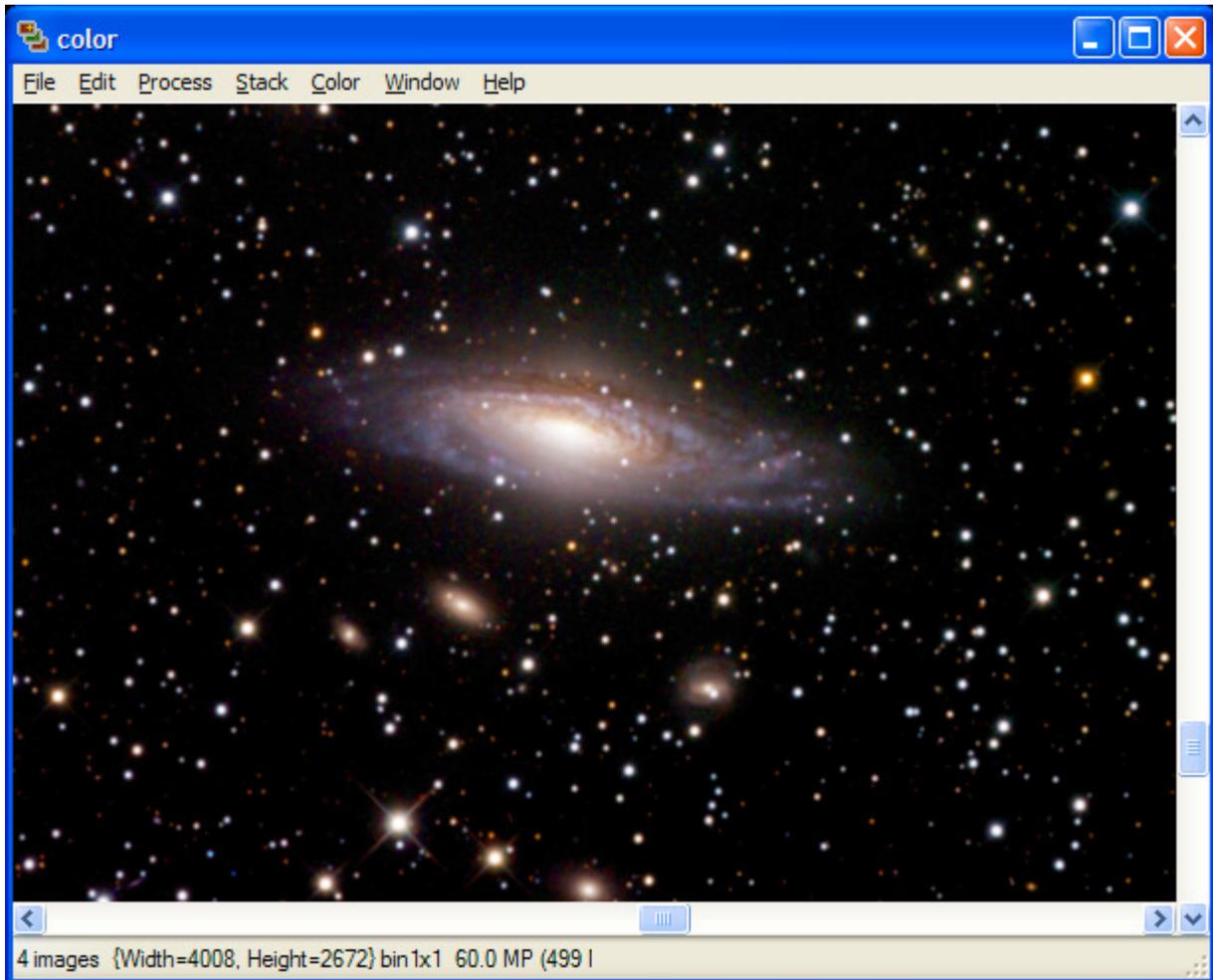


- 6. Schritt

Wahlweises anpassen der Farbsättigung und anschließende klick auf die Schaltfläche "Apply to this".



- Das Farbbild ist erstellt



8. Problemlösungen

Kalibrierung

Wie bereits erwähnt, ist es möglich, dass eXcalibrator gelegentlich keine korrekten Werte berechnen kann. Verwende in solchen Fällen "Farbkalibrierung per Hand" (siehe Seite 17) zur Ermittlung der Korrekturfaktoren.

Die x, y Koordinaten sind nicht genau im Sternzentrum

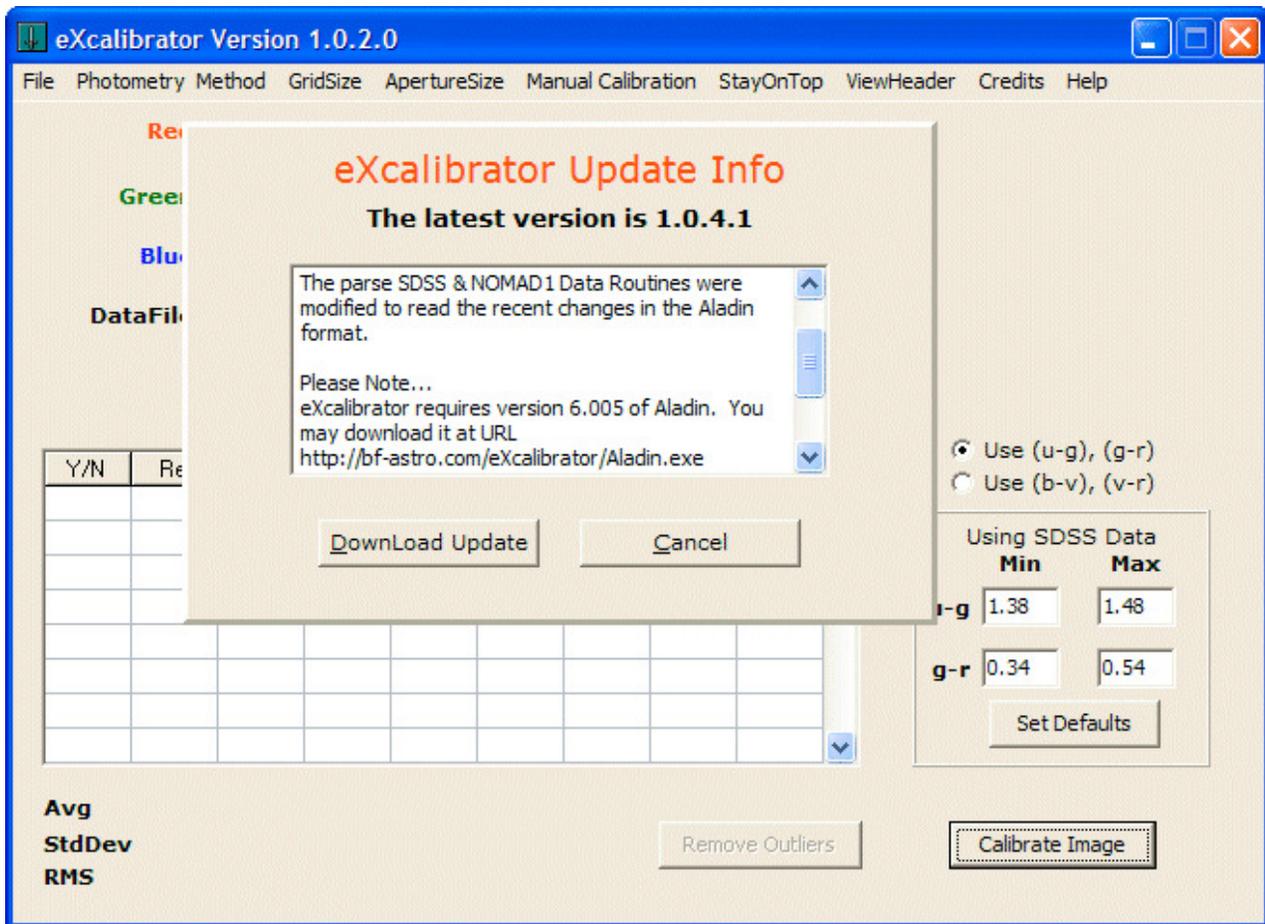
Bei einer "Farbkalibrierung per Hand" kann es sein, dass die x,y Werte nicht immer exakt im Sternzentrum liegen. Wenn die R,G,B Bilder korrekt aufeinander ausgerichtet sind, ist die Berechnung von eXcalibrator trotzdem korrekt. Kommen hot/cold Pixel vor, wird der Durchschnitt der Fläche von 3x3 bis 11x11 zur Berechnung der Farbwerte verwendet.

Vorschläge und Fehlermeldungen

Sende ein Email an bfranke@bf-astro.com - die Betreffzeile soll mit "eXcalibrator" beginnen. Im Help Menü findet man einen Link mit automatischer Verbindung zum Mailprogramm und bereits vorausgefüllter Mailadresse und Betreffzeile.

9. Aktuelle Version von eXcalibrator

eXcalibrator aktualisieren



Beim Start prüft eXcalibrator, ob die verwendete Version aktuell ist. Wenn eine neuere Version vorhanden ist, öffnet sich das Fenster "eXcalibrator Update info". Mit einem Klick mit der linken Maustaste auf die Schaltfläche "Download Update" wird die aktuelle Version geladen.

Nach dem Herunterladen der aktuellen Version die zip Datei entpacken und neu installieren

Die aktuelle Version vom Handbuch (PDF Datei) findet man auf der Internetseite:

<http://bf-astro.com/eXcalibrator/eXcalibrator.htm>

10. Revision History

Version 5.0 June. 30, 2016

- Improvement... Added access to the AAVSO Photometric All-Sky Survey (APASS) database. This gives about 90% sky coverage in both the northern and southern hemisphere.
- New feature... Added running averages for multiple telescope results.
- Removed access to the lesser quality NOMAD data.
- The program now accepts any legal Windows file or folder name.
- User Interface improvements.

Version 4.36 Sept. 16, 2015

Neglected to update some of the internal program messages to match the current version number.

Version 4.35 Sept. 16, 2015

- Improvement... With 16-bit files, the required use of the keywords, BZERO and BSCALE is relaxed. If BZERO = 32768 and BSCALE = 1, or is missing, the file type is 16-bit unsigned. If BZERO = 0 and BSCALE = 1, or both are missing, the file type is 16-bit signed..
- Improvement... A few error messages were clarified.

Version 4.30 Nov. 5, 2014

- Bug Fix... Improved recognition of PixInsight (PI) data. With the use of some plate solving software, eXcalibrator was failing to recognize PI data.
- Added Feature... In the event that eXcalibrator fails to recognize PixInsight data, a checkbox is added to force the use of the PI routines.

Version 4.25 Dec 19, 2013

- Bug Fix... EXcalibrator, version 4.2, had an embarrassing programming error. This resulted in a 0 to 15% error in the color correction for the green channel. The error occurred when using Source Extractor and files NOT saved with PixInsight.
- This illustrates just how far off the color balance calculation can be and still result in a good-looking image. This also shows one of the reasons why eXcalibrator remains freeware

Version 4.2 Sept. 23, 2013

Improvement... The program now works with PixInsight 32-bit floating point and both 16-bit FITS files.

Version 4.1 May 31, 2013

- Bug Fix... eXcalibrator now correctly determines the vertical flip orientation with images plate solved by PixInsight.
- Improvement... The "Help" drop-down menu includes special instructions for using PixInsight 0.0 to 1.0 scaled data.

Version 4.01 April 7, 2013

Minor incorrect error message... All references to "SDSS-DR8" are changed to "SDSS-DR9".

Version 4.0 April 6, 2013

- Improvement... eXcalibrator no longer requires manual downloading of NOMAD or SDSS data. The program now automatically downloads the required information.
- Improvement... The calculated R, G and B factors may be normalized to any of the three colors. This is especially useful for PixInsight users.
- Bug fix... eXcalibrator now allows processing a new set of images without the need to reload the program.

Version 3.2 Feb 24, 2013

- Bug Fix... The parse SDSS Data Routine is modified to read the recent changes in the Aladin SDSS-DR7 format.
- Improvement... eXcalibrator no longer downloads update info and general messages to the hard disk. They now load directly into memory.

Version 3.1 May 29, 2012

Bug Fix... Fixed a divide by zero error in the getBackGroundLevel function.

Version 3.0 2nd Qtr. 2012

- Added the Linear Regression calculation... for use with SDSS stars.
- A new Aladin filter is included.
- In Aladin, the Excel format is now use for copying data to the clipboard.
- A faster version of SExtractor is included.
- Error messages are improved.

Version 2.06 Jan. 22, 2012

New Feature... A message display system is added. This allows the broadcast of emergency information to the user when eXcalibrator executes. The message will display at program startup until the noted problem is repaired.

Version 2.05 2July 27, 2011

Bug Fix... eXcalibrator was not correctly checking for the absence of the FITS keywords CROTA1 and CROTA2. eXcalibrator now allows 16-bit signed FITS files.

Version 1.0.4.1 Feb. 5, 2011

Bug Fix... The parse SDSS & NOMAD1 Data Routines are modified, again, to read the recent changes in the Aladin format.

Version 1.0.4.0 Oct. 14, 2010

- Bug Fix... The parse SDSS Data Routine is modified to read the recent changes in the Aladin format.
- Improvement... The program can now use any registered image to obtain the WCS data.
- Improvement... eXcalibrator now automatically applies the NOMAD1 adjustment factors.
- Special Note... See Appendix A for documentation on the above changes. This is currently only available in the English version.

Version 1.0.3.0 Mar 22, 2010

- Bug Fix... When using the "Use Local Background" photometry method, the program sometimes found no usable stars, resulting in a later floating-point error. An added error message now suggests input changes to find more stars.
- Improvement... Added more error messages.

Version 1.0.2.0 Mar 13, 2010

No software changes... just added the French translation for the documentation. Thanks go to Thierry Serieys for this work.

Version 1.0.2.0 Feb 10, 2010

No software changes... just an organizational rewrite of the documentation into clearer setup and workflow sections. An added example workflow shows how to use eXcalibrator's results in an image-processing program. Thanks go to Neil Fleming for his work on this rewrite.

Version 1.0.2.0 Sept. 1, 2009

- On startup, eXcalibrator now informs the user if a program update is available. After downloading, it is necessary to exit the program to unzip and install the new executable. It may be necessary to go to the web page to download a new documentation (PDF) file.
- Bug Fix... To avoid divide-by-zero errors, a Minimum Star Value is added. The brightness for red, green and blue must all be above this value to include the star in the calibration.

Version 1.0.1.0 Sept. 1, 2009

With 16-bit images, some programs placed the value, 32767, in the FITS header for the keyword BZERO. eXcalibrator now looks for 32767 and 32768.

11. Thanks, Disclaimers, and Copyright

Copyright © 2009-2016 by Bob Franke, All Rights Reserved.

eXcalibrator is provided free of charge for all non-commercial use. Permission is given to distribute eXcalibrator in its original, unmodified form and only free of charge. The author accepts no responsibility for direct or consequential damage caused by the use of this software: use it at your own risk!

eXcalibrator is provided as-is, and although I will attempt to make changes and fixes as they become necessary, I provide no guarantees about its suitability for any purpose whatsoever.

I'd like to thank...

- Bernhard Hubl for providing background information on the underlying process.
- Mischa Schirmer for design information and GUI assistance.
- Neil Fleming for documentation edits and additional contributions.
- Bruce Waddington for developing the Linear Regression Algorithm, beta testing and software design contributions.
- Chris Abissi for the original beta testing and software design contributions.
- Alan Klotz, for compiling V2.2 of SExtractor as an executable that can run on the Windows O.S.
- Herbert Raab, the author of Astrometrica, for routines to convert coordinates to image pixel locations.
- ST-ECF, for publishing the code for their Footprintfinder program as freeware.
- Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS) for providing the VizieR Catalogue Service .
- Thierry Serieys for the documentation French translation.
- Felipe Largo for the documentation Spanish translation.
- Herbert Walter for the documentation German translation.

...Bob Franke

Übersetzung in Deutsch: Herbert Walter / www.skypixels.at

End of Document