

ASTROGUIDE

Anleitung: Fitswork von Jens Dierks

Thema	Seite
Einleitung	3
Arbeitsfenster und Werkzeugleiste	4-5
Kontextmenü (rechte Maustaste)	6
Einstellungen	7
Öffnen und Speichern	8
Bildbearbeitung Einleitung	9
Darks und Flats	10-13
Ebenen (Störungen entfernen)	14-20
Bearbeiten (Addition, Mosaik)	21-27
Histogramm	28
Korrekturen	29-34
Pixelthematik	35-36
Filtern	37-51
Größenänderung	52
Bildgeometrie	53
Batch - Automatisieren	54-57
Aus der Praxis	58-60
Spezial-Funktionen	61-65
Bearbeitung Sofi-Bilder	66-68

Weitere Astroguides zum Thema Astronomie und Astrofotografie: <http://astro.funnytakes.de>

Layout und Zusammenstellung: Carsten Przygoda - <http://astro.funnytakes.de>

Texte und Bilder mit freundlicher Genehmigung:

Jens Dierks - <http://freenet-homepage.de/JDierks/>

Dipl.-Ing. Klaus Hohmann - <http://astrofotografie.hohmann-edv.de/fitswork/>

Thema: Sofi-Bilder - Hartwig Lüthen - http://home.tiscali.de/astrohardy/sofi2006/fitswork/sofi_fitswork_GER.htm

Software:

Fitswork 4.10 (05-2009) - Autor: Jens Dierks - <http://www.fitswork.de>

Die Nutzung ist nur für private Zwecke. Vervielfältigung und kommerzielle Nutzung sind nach Genehmigung möglich.

Diese Anleitung basiert auf persönliche Erfahrungen und Arbeitsabläufe des Autors. Der Inhalt dieser Anleitung ist ausschließlich für Informationszwecke vorgesehen. Es wird keine Gewähr oder Garantie hinsichtlich der Richtigkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit der Angaben übernommen.

Erstellt 2009 - Carsten Przygoda - Version 5.0 - 10/2010 - Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell Lizenz 3.0 Germany

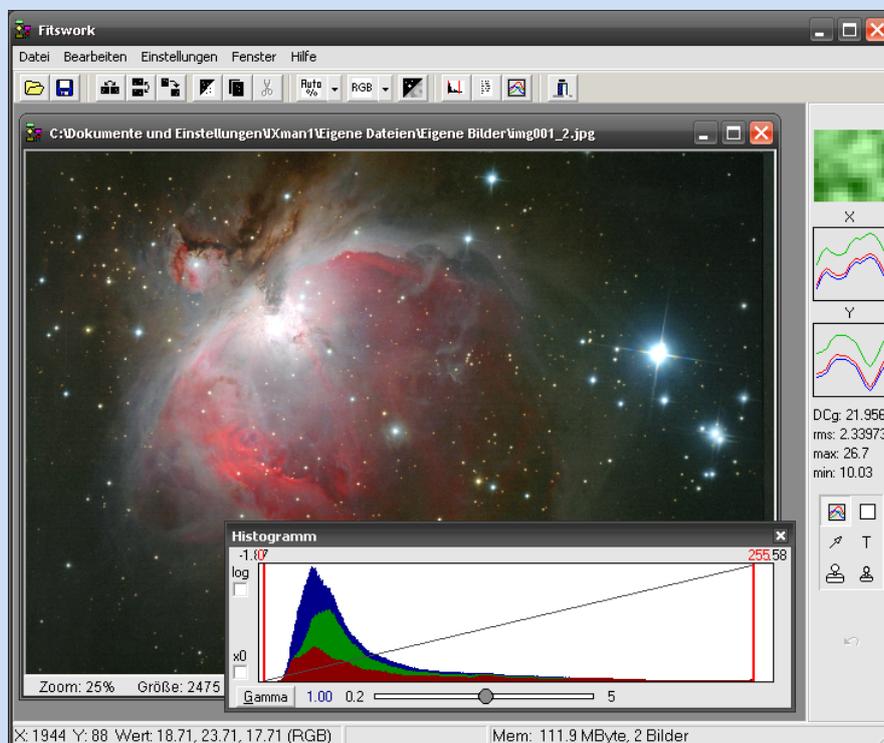
Einleitung:

Jens Dierks FitsWork geht einen ganz konsequenten Weg, wenn es darum geht, aus einem Summenbild mit der typischerweise hohen Farbtiefe das bestmögliche an Detailreichtum herauszuarbeiten. Denn intern rechnet das Programm mit Fließkommazahlen und vermeidet die in der Integerarithmetik sonst üblichen groben Rundungsfehler weitgehend, was von vorn herein für eine ausgezeichnete Bildqualität sorgt. Überraschend ist die beachtliche Geschwindigkeit, mit der FitsWork nicht nur startet, sondern auch „seine“ Bilder bearbeitet.

Die Bildverarbeitung ist Freeware, und kann jederzeit aus dem Netz heruntergeladen werden. Eine weitere Besonderheit unterstreicht die Erstklassigkeit dieser Software: Es gibt kein „professionelles“ Installationsprogramm, welches das Windows/System32 - Verzeichnis mit vielen DLL's überflutet. Vielmehr ist das gesamte, in Delphi (=objektorientiertes Pascal) geschriebene Programm monolithisch aufgebaut, dieses kann „gezippt“ mit gut 800 KB heruntergeladen werden. ZIP auspacken - FitsWork starten - fertig! Sauberer geht's nicht.

Die einzige DLL-Datei, die es zu dem Programm gibt ist die ddrawfw.dll zum Importieren von Kamera-Raw-Dateien. Die Raw-Implementierung wurde von Dave Coffin zu Verfügung gestellt und wird auch auf der Seite in der aktuellen Version zum Download zu Verfügung gestellt. Die DLL-Datei muß nur in den gleichen Ordner mit dem Programm Fitswork kopiert werden - fertig.

Fitswork-Webpage: <http://freenet-homepage.de/JDierks/softw.htm>



Diese Anleitung soll den Einstieg in das nicht ganz unkomplizierte Programm erleichtern und meine Leser in die Lage versetzen, die enorme Leistungsfähigkeit dieser edlen Bildbearbeitung für ihre Astrofotografien nutzbar zu machen. Es werden die wichtigsten Menüpunkte angesprochen und mit Bildern und Screenshots verständlich erklärt.

Die gesamte Anleitung ist von der Online-Anleitung (Dipl.-Ing. Klaus Hohmann) übernommen und in Kapitel und Unterkapitel unterteilt. Die Anleitung ist für die Schriftform als PDF-Datei optimiert und kann Plattformunabhängig mit dem Acrobat-Reader geöffnet und gedruckt werden. Eine Aktualisierung erfolgt einmal im Jahr.

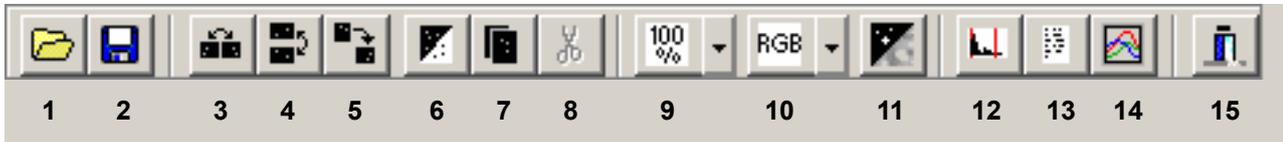
In der Anleitung werden nicht alle Menüpunkte bis ins kleinste Detail erklärt, denn vieles ist durch die Namensgebung selbsterklärend und kann auch durch ausprobieren

Nebenbei - FITS ist das gebräuchlichste Bildformat in der Astrofotografie und bedeutet Flexible Image Transport System. Die Bilddaten sind unkomprimiert und können in verschiedenen Formaten vorliegen, meist 16 oder 32 Bit, aber auch im Fließkommaformat. Im FITS-Header können eine ganze Menge an Zusatzinformationen untergebracht werden. Das zusammen erklärt die im allgemeinen recht stattlichen Dateigrößen von FITS-Bildern.

Das Arbeitsfenster (oben):

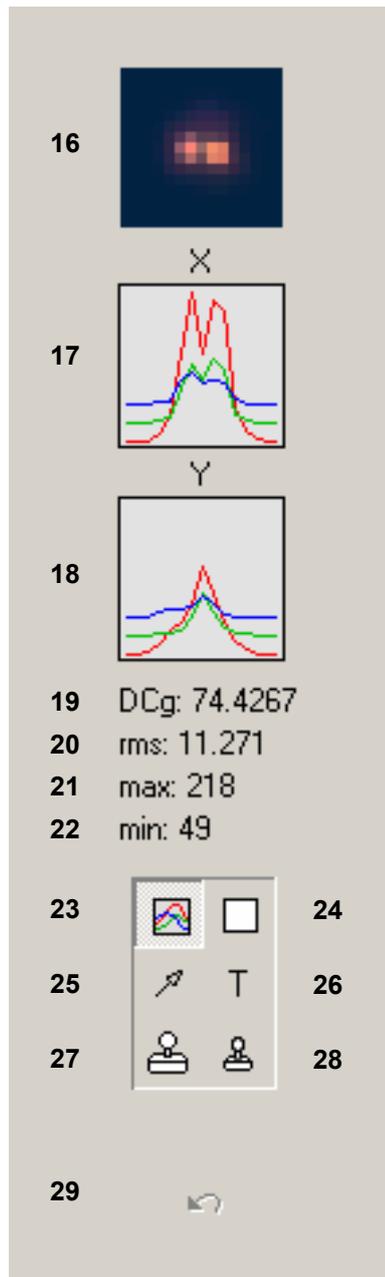
Unmittelbar nach dem Start von FitsWork kommt man in den Genuß einer sehr aufgeräumten Benutzeroberfläche mit einer Symbol- und einer Werkzeugleiste, deren Funktionsumfang sich absolut sehen lassen kann. Im folgenden sollen diese beiden Bedienelemente ausführlich erläutert werden:

Erfreulicherweise ist FitsWork's Oberfläche einigermaßen nüchtern und damit sehr übersichtlich gestaltet. Ganz im Gegensatz zu den vielen verwirrenden „Gimmicks“ manch anderer „Kollegen“. Beim Start taucht ganz oben eine Symbolleiste auf, deren Funktionsweise an dieser Stelle erläutert wird.



- 1. Bild laden**
Startet den Dialog um ein beliebiges Bild zu laden.
- 2. Bild speichern unter...**
Startet den Dialog um das gerade aktivierte Bild abzuspeichern.
- 3. Bild spiegeln**
Das gerade aktivierte Bild wird seitenverkehrt dargestellt.
- 4. Vertikal spiegeln**
Das gerade aktivierte Bild wird vertikal gespiegelt. Besonders nützlich, wenn DSS-Bilder korrekt dargestellt werden sollen.
- 5. Bild rotieren**
Das gerade aktivierte Bild wird um 90° nach rechts rotiert.
- 6. Bild invertieren**
Das gerade aktivierte Bild wird invertiert, d.h. aus Schwarz wird Weiß bzw. aus Rot Türkis.
- 7. Bild kopieren**
Das gerade aktivierte Bild wird kopiert. Dabei wird die Kopie sofort in einem neuen Fenster angezeigt.
- 8. Ausschnitt kopieren**
Im aktivierten Fenster muß vorher ein rechteckiger Bereich markiert werden. Dann wird der entsprechende Ausschnitt nicht einfach aus dem Bild herausgenommen, sondern als neues Bild in einem neuen Fenster dargestellt.
- 9. Bild skalieren (nur Bildschirm)**
Das gerade aktivierte Bild kann auf 50% oder 25% seiner Originalgröße auf dem Bildschirm dargestellt werden. Dies betrifft aber nicht die wirkliche Bildgröße, die nur durch die Funktion „Bildgröße ändern“ verändert werden kann. Hier sollte die Skalierung auf 100% stehen, wenn die Filter auf die Bilder angewendet werden.
- 10. Farbpalette**
Insbesondere bei Schwarz-Weiß-Bildern kann damit mal auf die Schnelle auf eine Falschfarbendarstellung umgeschaltet werden! Weitere Optionen sind „Isophoten“ - Pixel gleicher Helligkeit werden durch Linien miteinander verbunden. Oder das Bild als Rot-, Grün- bzw. Blaukanal darstellen.
- 11. Ausrichtungsmodus beim Anpassen zweier Bilder**
Bestimmt, auf welche Art und Weise die markierten Bereiche zweier Bilder miteinander verglichen werden sollen. Mögliche Optionen sind Helligkeitsschwerpunkt und die Kreuzkorrelation.
- 12. Histogrammfenster ein- oder ausblenden**
Ist wohl selbsterklärend...
- 13. Fits-Header anzeigen oder verbergen**
Damit kann ein Fenster ein- oder ausgeblendet werden, in dem der komplette Inhalt des FITS-Headers zu sehen ist.
- 14. Werkzeugleiste ein- oder ausblenden**
Gemeint ist der komplette rechte Teil des Arbeitsfensters mit seinen nützlichen Optionen.
- 15. FitsWork beenden**

Werkzeugleiste (im Arbeitsfenster rechts):



16. Detail

In diesem „Minifenster“ wird ein 15 x 15 Pixel Ausschnitt der Aufnahme an der Mauszeigerspitze in 4-facher Vergrößerung angezeigt. Dabei erfolgt für diesen Ausschnitt eine automatische Anpassung des Histogramms, wodurch jedes nur denkbare Detail sichtbar wird.

17. Waagerechter Helligkeitsverlauf

Diese Kurve stellt für jede Farbkanal einzeln den horizontalen Helligkeitsverlauf an der Mauszeigerposition an. Selbstverständlich automatisch skaliert.

18. Senkrechter Helligkeitsverlauf

Diese Kurve stellt für jede Farbkanal einzeln den vertikalen Helligkeitsverlauf an der Mauszeigerposition an. Selbstverständlich automatisch skaliert.

19. DC-Gain

Oder anders ausgedrückt - der durchschnittliche Helligkeitswert des Bereichs von 15 x 15 Pixel um die Mauszeigerspitze herum.

20. Root Mean Square (RMS)

Astrofotografien sind in der Regel mehr oder weniger verrauscht. Eine wichtige Kenngröße ist die mittlere Rauschamplitude (Wurzel aus quadratischem Mittelwert). Diese wird für den Bereich von 15 x 15 Pixel um die Mauszeigerspitze herum bestimmt.

21. Maximum

Der Maximalwert der Helligkeit im Bereich von 15 x 15 Pixel um die Mauszeigerspitze herum.

22. Minimum

Der Minimalwert der Helligkeit im Bereich von 15 x 15 Pixel um die Mauszeigerspitze herum.

23. Normalmodus

Dieser ist voreingestellt. In diesem Modus stehen die Werkzeuge Detail, waagerechter und senkrechter Helligkeitsverlauf, sowie die Meßwerte für DC-Gain, RMS, Maximum und Minimum zur Verfügung.

24. Farbauswahl

Hier kann ein Dialog geöffnet werden, in dem eine Farbe für die Zeichentools „Pfeil“ und „Text“ ausgewählt werden kann.

25. Pfeil zeichnen

Sehr praktisch, um in einer Astroatmosphäre auf ein bestimmtes Detail aufmerksam zu machen. Mit nur zwei Mausklicks wird ein schön geformter Pfeil in der gewünschten Farbe eingeblendet.

26. Text schreiben

Mit diesem Werkzeug läßt sich ein bestimmtes Detail in der Aufnahme kommentieren. Schriftfarbe, -stil und -schnitt können jederzeit festgelegt werden.

27. Stempelwerkzeug (groß)

Sehr nützlich, um offensichtliche Bildfehler z.B. Hotpixel durch die Pixel in der Umgebung zu ersetzen. Dazu wird der Inhalt des Stempels mit der rechten Maustaste im Bild ausgewählt, und mit der linken Maustaste wird gestempelt. Hier wird ein großer, kreisförmiger Stempel mit 15 x 15 Pixel \varnothing verwendet.

28. Stempelwerkzeug (klein)

Sehr nützlich, um offensichtliche Bildfehler z.B. Hotpixel durch die Pixel in der Umgebung zu ersetzen. Dazu wird der Inhalt des Stempels mit der rechten Maustaste im Bild ausgewählt, und mit der linken Maustaste wird gestempelt. Hier wird ein kleiner, kreisförmiger Stempel mit 7 x 7 Pixel \varnothing verwendet.

29. Rückgängig

Macht die letzte Aktion rückgängig. Selbstverständlich in mehreren Stufen!

Kontextmenü:

Mit Hilfe von zur Zeit 10 Funktionen kann man über das Kontextmenü bereits nicht unerhebliche Bildverarbeitungsschritte vornehmen, bevor die eigentliche Bildbearbeitung überhaupt schon begonnen hat. Diese Bildverarbeitungsschritte sollen im folgenden ausführlich erklärt werden. Für einen angemessenen Komfort sorgt die aktive Darstellung, die mit dem Mauszeiger über die einzelnen Menüpunkte gesteuert werden kann.

Das Kontextmenü, welches über einen **Rechtsklick** auf ein beliebiges Bild zugänglich ist bietet schon eine erstaunliche Funktionsvielfalt.

Das Kontextmenü (außerhalb einer rechteckigen Markierung):

1. Pixelwert ändern

Der Wert des Pixels unter der Mauszeigerspitze zum Zeitpunkt des Rechtsklicks kann in einem Folgedialog geändert werden. Bei Farbbildern selbstverständlich für jeden Farbwert einzeln.

2. Pixel als Schwarzwert nehmen

Der Wert des Pixels unter der Mauszeigerspitze zum Zeitpunkt des Rechtsklicks wird auf 0 gesetzt, wobei alle anderen Pixel im Bild entsprechend umgerechnet werden.

3. Pixel als Weißwert nehmen

Bei Farbaufnahmen sinnvoll: Der Wert des Pixels unter der Mauszeigerspitze zum Zeitpunkt des Rechtsklicks wird auf Weiß (höchster Wert, bei Farbaufnahmen haben alle drei Farbkanäle an dieser Stelle den gleichen Wert) gesetzt und alle anderen Pixel im Bild entsprechend umgerechnet.

4. Pixel als Grauwert nehmen

Analog zu „Pixel als Weißwert nehmen“ wird hier der entsprechende Pixel zu einem mittleren Grau umgerechnet, wobei alle anderen Pixel entsprechend angepaßt werden.

5. Umgebung (15x15) als Schwarzwert

Wie „Pixel als Schwarzwert nehmen“, nur mit dem Unterschied, dass zur Ermittlung des Schwarzwerts der Mittelwert aus einem 15 x 15 Pixel umfassenden Feld um die Mauszeigerspitze herum zu dessen Berechnung herangezogen wird.

6. Umgebung (15x15) als Weißwert

Wie „Pixel als Weißwert nehmen“, nur mit dem Unterschied, dass zur Ermittlung des Weißwerts der Mittelwert aus einem 15 x 15 Pixel großen Feld um die Mauszeigerspitze, die zu dessen Berechnung herangezogen wird.

7. Umgebung (15x15) als Grauwert

Wie „Pixel als Grauwert nehmen“, nur mit dem Unterschied, dass zur Ermittlung des Grauwerts der Mittelwert aus einem 15 x 15 Pixel großes Feld um die Mauszeigerspitze herum zu dessen Berechnung herangezogen wird.

8. Wert transparent machen

Alle Pixel im Bild, die exakt den unter der Mauszeigerspitze befindlichen (Farb-)Wert haben, werden in die „Farbe“ Transparent umgerechnet. Transparenz spielt bei allen Bildüberlagerungen, etwa Mosaik, Minimum, Maximum usw. als „Neutrum“ eine wichtige Rolle

9. BMP in Zwischenspeicher

Sehr nützlich, um das aktuelle Bild mal auf die Schnelle in die Zwischenablage zu kopieren, um es beispielsweise in anderen Bildbearbeitungsprogrammen zu importieren.

10. Bildstatistik

Hierüber ist eine umfangreiche Statistik zum aktuellen Bild zugänglich. In dieser können unter anderem Störungen wie Hotpixel, „Schwarze Löcher“ usw leicht aufgespürt werden.

Das Kontextmenü (innerhalb einer rechteckigen Markierung):

11. Markierung ausblenden

Die Markierung wird ausgeblendet

12. Pixel im Bereich auf einen Wert setzen

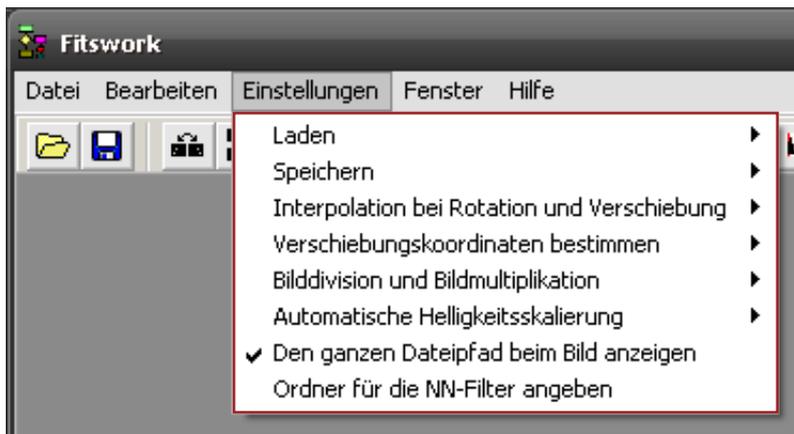
Alle Pixel innerhalb der rechteckigen Markierung werden auf einen bestimmten Wert gesetzt oder aber auch auf Transparenz, wenn man als Wert „-60000“ angibt.

13. Statistik für den Bereich anzeigen

Hierüber ist eine umfangreiche Statistik zum markierten Bildausschnitt zugänglich. In dieser können unter anderem Störungen wie Hotpixel, „Schwarze Löcher“ usw leicht aufgespürt werden.

Einstellungen:

Aus der Menüleiste Einstellungen können die Standard-Einstellungen für die Benutzung von Fitswork voreingestellt werden. Hier nun ein kleiner Überblick über die Einstellungen:



Laden: Beim Laden/Speichern von FITS-Dateien: Bild auf den Kopf stellen (x)
Vorschau Fenster anzeigen (x)
Raw Bilder farbinterpolieren
Bei Raw ohne Farbinterpolation die Werte nicht skalieren
Raw Highlights erhalten

Speichern: Fitsdateien speichern mit 8-Bit, 16-Bit oder 32-Bit (Bit-Wert kann ausgewählt werden)
Endung für Fitsdateien *.fit oder *.fts (kann gewechselt werden durch auswählen)
JPEG-Qualität 1-100% wählen (Der Prozentwert kann eingegeben werden)
PNG Kompression 1-9 wählen (Der Wert kann angegeben werden)
PNG Interlaced
TIFF-Dateien automatisch skalieren

Interpolation bei Rotation oder Verschiebung (Auswahl zwischen Linear, Neuronal, Bikubisch, Lanczos3).
Die häufig verwendete Interpolation ist bikubisch.

Bilddivision und Bildmultiplikation kann das Ergebnis skaliert (standard) oder nicht skaliert werden.

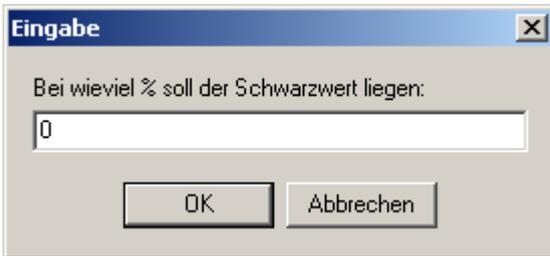
Automatische Helligkeitsskalierung: Schwarz 1 % vom Histogramm
Weiß 99,75 % vom Histogramm
Schwarz immer auf 0 setzen
PSF-Bilder automatisch skalieren (x)

Den ganzen Dateipfad beim Bild anzeigen (x) und **Ordner für die NN-Filter angeben** können noch ausgewählt werden.

Öffnen und Speichern:

Bilder öffnen - Optionen

Während die 8-Bit-Bildformate wie BMP, PNG und JPG direkt auf dem Bildschirm dargestellt werden können, benötigt das 16-, 32- oder Fließkomma-Bildformat FITS erst mal eine „Sonderbehandlung“, es muß skaliert werden.



Autoschwarzwert:

Dabei läßt sich der Schwarzwert per Grundeinstellung auf den dunkelsten, im Bild vorkommenden Bildpunkt automatisch einstellen (Wert=0%). Möglich, aber nicht sehr ratsam sind aber auch prozentuale Werte darüber.



Autoweißwert:

Das gleiche gilt für den Weißwert. Hier wird per Grundeinstellung der hellste im Bild vorhandene Bildpunkt als Weiß oder irgendeine Farbe mit voller Helligkeit (Wert=100%) dargestellt. Möglich, aber wiederum nicht sehr ratsam sind auch prozentuale Werte darunter, wobei hellere Werte dann abgeschnitten werden.

Diese Skalierungen betreffen nur die Darstellung am Bildschirm! Im Bild selber wird dabei absolut nichts beschnitten. Außerdem kann die Skalierung jederzeit im Histogrammfenster geändert werden.

Speichern

Beim Abspeichern der Bilder mit FitsWork gibt es ein paar Besonderheiten zu beachten, denn alle Bilder liegen intern im Fließkommaformat vor, was zu allen Formaten mit Ausnahme des „Fließkomma-FITS“ nicht direkt kompatibel ist. Diese Besonderheiten seien im folgenden erläutert:

Die „klassischen“ 8-Bit-Formate JPG, PNG und BMP

Diese Formate müssen zwingend auf 8 Bit skaliert werden. Dabei wird das Bild so abgespeichert, wie es momentan auf dem Bildschirm angezeigt wird.

JPG:

Der Komprimierungsgrad kann im Menü Einstellungen / Speichern / JPEG Qualität xx% vorgegeben werden.

PNG:

Hier kann im gleichen Menü der standardmäßige Kompressionsgrad zum Abspeichern bestimmt werden. Dies hat im Gegensatz zu JPG nichts mit der Bildqualität zu tun, da PNG grundsätzlich verlustfrei komprimiert. Stufe 9 komprimiert am besten.

TIFF (16 Bit)

Hier wird auf 16 Bit skaliert, wobei die Einstellungen im Histogrammfenster wie bei JPG, PNG und BMP übernommen werden.

FITS (16/32 Bit, Fließkomma)

Bei diesen Formaten werden die Einstellungen im Histogrammfenster nicht übernommen, diese Einstellungen werden jedoch im FITS-Header gespeichert und beim erneuten Laden verwendet.

Bildbearbeitung Einleitung:

Bevor es jetzt richtig losgeht noch ein paar Worte zum Ablauf der Bildbearbeitung. Denn hier scheiden sich etwas die Geister über den richtigen Weg, denn jedes Bild bedarf seiner eigenen Bearbeitung. Auch ist wichtig, mit welcher Kamera und unter welchen Bedingungen, wie Wetter, Seeing die Aufnahmen erstellt wurden.

1. Schritt - Bilder selektieren:

In einer Aufnahmenacht nimmt man in der Regel viele verschieden Objekte, Darks, Flats und Darkflats auf. Diese sollte man zuerst sortieren in verschiedene Ordner, die auch entsprechend auch mit Datum benannt werden. Bei den Aufnahmen sollte man noch selektieren, welche Aufnahmen gut sind und welche schlecht sind mit unscharfen Motiven und ovalen Sternen.

2. Schritt - Masterdark erstellen und Dunkelbildsubtraktion vornehmen

Nun erstellt man durch Mitteln ein Masterdark. Für ein Masterdark werden mindestens zwei Darks mit der gleichen Belichtungszeit, wie das eigentliche Bild benötigt. Es können auch vier oder acht Darks verwendet und gemittelt werden. Das so erhaltene Masterdark wird dann von jedem Bild der Aufnahmeserie subtrahiert. Das gilt auch, wenn Bilder später addiert oder als Mosaik zusammengefügt werden.

3. Schritt - Flats und Masterflat erstellen und die (Hell-)Bilddivision vornehmen

Aus meiner Erfahrung heraus braucht man bei DSLR-Bildern keine Flats erstellen und dividieren. Bei Aufnahmen mit CCD-Kameras und einem fest installierten Teleskop empfiehlt sich die Flaterstellen. Dazu benötigt man neben den Flats auch Darkflats, die voneinander subtrahiert werden. So erhält man das Dark-korrigierte-Flat, welches dann von der Dark-korrigierten-Bilddatei dividiert wird.

4. Schritt - Bildfehler korrigieren und Bildoptimierungen (Anleitung: Ebenen)

Bildfehler in den Einzelaufnahmen, wie Streifen oder Rauschen sollten vor der Addition beseitigt werden. Bei manchen Aufnahmen kann es notwendig sein auch nach der Addition entstandene Fehler zu beseitigen.

5. Schritt - Bildaddition (Anleitung: Bearbeiten)

Nun können die optimierten Bilder eines Motives addiert werden oder auch als Mosaik zusammengesetzt werden.

6. Schritt - Histogramm anpassen (Anleitung: Histogramm)

Erst jetzt beginnt man mit dem Bildkorrekturen und da gehört als erster Schritt die Anpassung des Histogramms.

7. Schritt - Farbkorrekturen (Anleitung: Korrekturen)

Nach den vielen Korrekturen geht es jetzt zum Optimieren der Farben um das Motiv optimal darzustellen

8. Schritt - Schärfen (Anleitung: Filtern)

Als einer der letzten Schritte kommt nun das Schärfen und bei Bedarf die Anwendung weiterer Filter an die Reihe

9. Schritt - Größenanpassung und Beschriftung

Zum Schluß kann man noch eine Größenanpassung vornehmen, einen Rand und eine Beschriftung hinzufügen

Darks und Flats:

Zu Beginn jeder Bildbearbeitung von Astroaufnahmen steht das Dark und das Flat. Aber was sind Dark und Flats und wie werden diese erstellt?

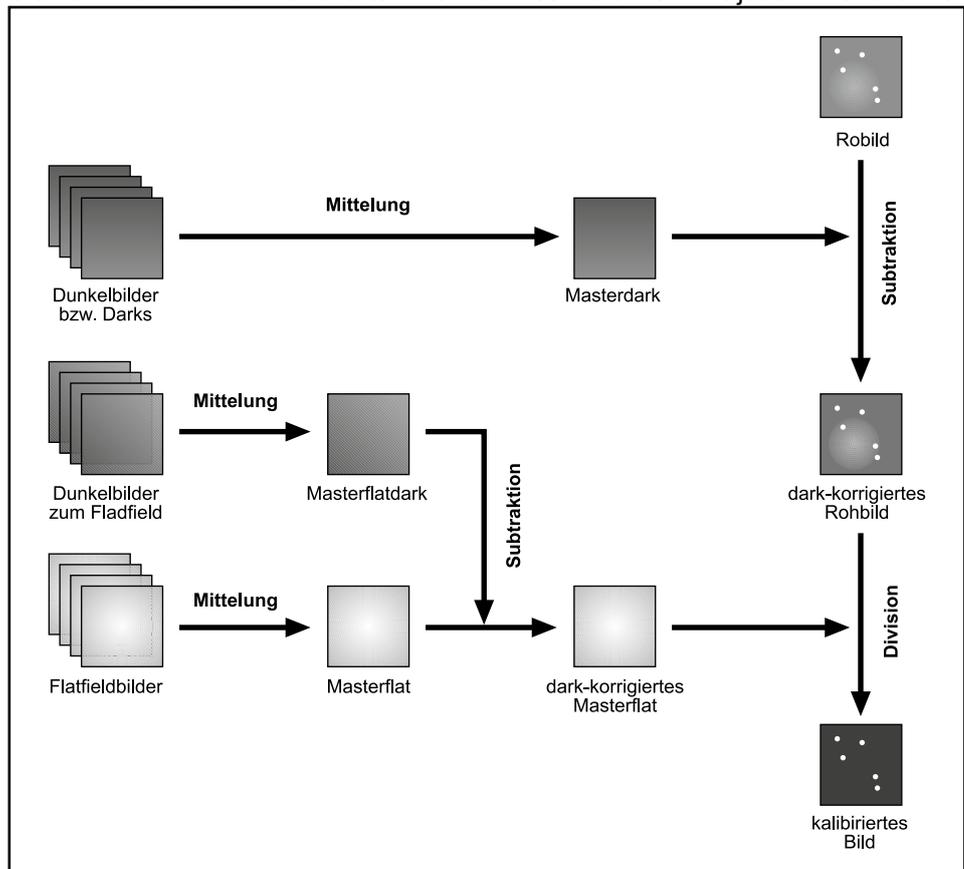
Darks oder auch Darkframes enthalten das Dunkelrauschen der Kamera, das sich im wesentlichen aus dem Dunkelstrom und dem Ausleserauschen zusammensetzt. Das Dark muß unter den gleichen Bedingungen erstellt werden, wie das eigentliche Bild. Dabei muß die Belichtungszeit, ISO und Umgebungstemperatur übereinstimmen. Daher erstellt man Darks vor oder nach der eigentlichen Aufnahme mit geschlossenem Tubus. Man kann auch ein paar Darks am Beginn der Session, während und am Ende der Session erstellen. Zum Mitteln benötigt man zwei, vier oder acht Darks. Bei Kameras mit einem hohen Rauschverhalten sollte man mindestens zehn Darks machen.

Flats oder auch Flatfield oder Weißbild beinhalten die unregelmäßige Ausleuchtung des Bildes, konstruktionsbedingte Vignettierung sowie Staubkörner auf den Linsen und dem Sensor. Die Erstellung eines Flats ist ISO- und Temperaturunabhängig und kann auch am Tage erstellt werden. Am einfachsten erstellt man Flats in der Dämmerung bei einem bedeckten Himmel, indem man das Teleskop entgegengestzt zur Sonne aufstellt. Ist der Himmel nicht bedeckt kann das Teleskop mit einem Diffusor (Pauspapier) abgedeckt werden. Es empfiehlt sich eine Reihe von acht bis zwölf Flats zu erstellen. Die Belichtungszeit sollte so gewählt werden, dass der komplette Bildsensor gleichmäßig ausgeleuchtet ist. Wird die Fläche zum Rand hin dunkler, dann muß die Belichtungszeit erhöht werden. Sie darf aber nicht über einer Sekunde liegen. Nun erstellt man noch nach jedem Flat ein Dark mit der gleichen, kurzen Belichtungszeit. Hierbei ist es wichtig, dass das Teleskop nicht mehr bewegt und auch im Strahlengang nichts mehr verändert wird.

Um es aber richtig zu machen benötigt man eine sogenannte Flatfieldbox. Die Flats müssen auch während der Fotosession erstellt werden und es darf auch der Strahlengang des Lichts nicht mehr verändert werden (Filter oder andere Okulare einsetzen). Denn jedes weitere Bauteil im Strahlengang bringt Staub mit.

So ist man mehr damit beschäftigt Darks und Flats zu erstellen als mit den eigentlichen Aufnahmen. Daher lassen viele die Flats auch weg und arbeiten nur mit Darks.

Die Grafik zeigt den Weg nochmals vom Rohbild zum kalibrierten Rohbild. Dies muß man mit jedem Rohbild machen, bevor man die einzelnen kalibrierten Rohbilder addiert, bzw. stackt. D.h. die Bilder werden anhand von zwei Sternen addiert, wobei eine Bildfeldrotation oder wandern der Aufnahmen ausgeglichen wird.



Darks und Flats:

Bevor wir jetzt die Mastedarks und Masterflats erstellen werden erst alle Darks, Flats und Darkflats in entsprechende Ordner sortiert.

Menüpunkt: Datei - Masterdark/-flat erstellen

Masterdark:

Zuerst geht man in das Verzeichnis mit allen erstellten Dark, wählt diese aus und zieht diese in den rechten Teil des Fensters. Nun gibt man den Pfad an, wohin das Masterdark geschrieben werden soll. Man sollte hier auch eine Datumsbezogene Bezeichnung wählen. Nun noch die Berechnungsmethode wählen.

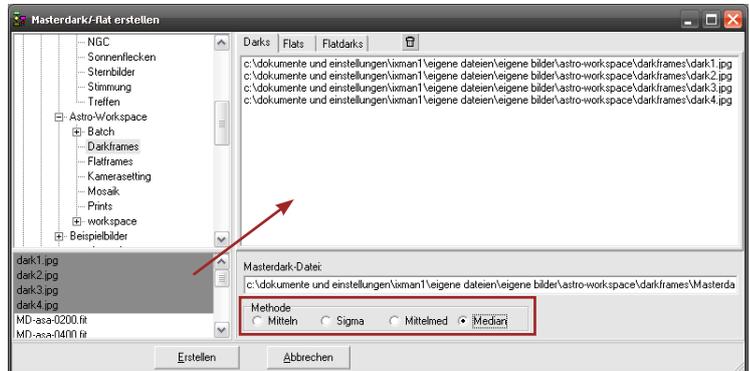
Mitteln: Ein Mittelwert wird errechnet. Sinnvoll, wenn man wenig Darks hat.

Sigma: Mitteln mit einer Störungskorrektur

Mittelmed: Mitteln mit auslassen des Minimal- und Maximalwertes

Median: Minderung von Störpixeln. Sollte bei vielen Darks verwendet werden.

Wichtig: Masterdarks sollten nur einmalig für die eine Fotosession verwendet werden.



Masterflat:

Zuerst geht man in das Verzeichnis mit allen erstellten Flats, wählt diese aus und zieht diese in den rechten Teil des Fensters. Danach geht man in das Verzeichnis, welches die Darks zu den Flats enthält und wechselt auf den Reiter Flatdarks und zieht die Dateien in das rechte Fenster. Jetzt wechselt man wieder auf den Reiter Flats und gibt man den Pfad an, wohin das Masterflat geschrieben werden soll. Man sollte hier auch eine Datumsbezogene Bezeichnung wählen.

Nun noch die Berechnungsmethode wählen.

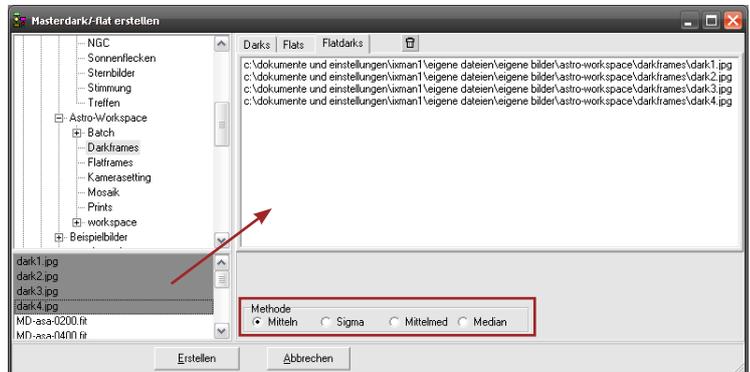
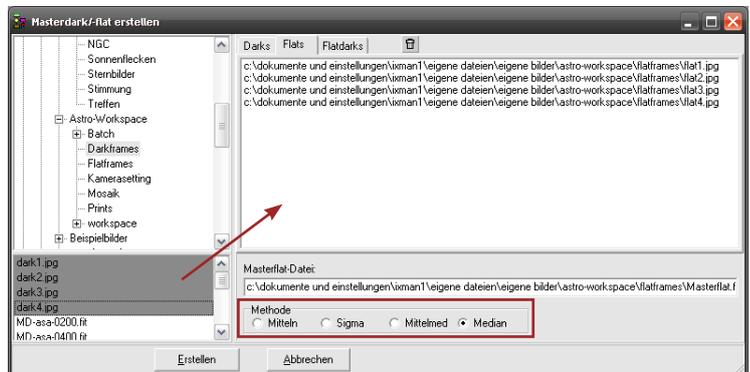
Mitteln: Ein Mittelwert wird errechnet. Sinnvoll, wenn man wenig Darks hat.

Sigma: Mitteln mit einer Störungskorrektur

Mittelmed: Mitteln mit auslassen des Minimal- und Maximalwertes

Median: Minderung von Störpixeln. Sollte bei vielen Darks verwendet werden.

Wichtig: Masterflats können auch nur einmalig für die eine Fotosession verwendet werden, da sich ja nach Abbau des Systems neuer Staub an einer anderen Stelle abgelegt hat.



Darks und Flats - Dunkelbildsubtraktion:

Die Dunkelbildsubtraktion ist bei der astronomischen Bildbearbeitung der erste Schritt. Hierbei wird von der Aufnahme ein Bild subtrahiert, welches ohne Lichteinfall aufgenommen wurde. Man mittelt mehrere solcher Dunkelbilder, damit die Ungenauigkeiten der einzelnen Pixelwerte im Dunkelbild kleiner wird. Sonst würde sich das Rauschen im Bild erhöhen.

Nun öffnet man das Rohbild und das Masterdark und wechselt auf das Rohbild und wählt aus der Menüleiste Bearbeiten die Funktion Dunkelbildsubtraktion

Menüpunkt: Bearbeiten - Dunkelbildsubtraktion

Es gibt folgende Optionen bei der Dunkelbildsubtraktion:

1. normal:

Dabei wird das Dunkelbild einfach subtrahiert. Die Bilder werden immer an der linken oberen Ecke ausgerichtet falls die Größe nicht übereinstimmt.

2. mit Temperatenausgleich:

Da der Dunkelstrom von der Temperatur abhängig ist, wird bei dieser Funktion das Dunkelbild in gewissen Grenzen vor der Subtraktion so skaliert, dass das Ergebnis den kleinsten Rauschanteil aufweist. Dabei muss man beachten, dass Strukturen wie das Verstärkergrühen nicht von der Temperatur abhängen, und deshalb vorher mittels einer Biassubtraktion beseitigt werden müssen.

Das ist im Prinzip das gleiche wie eine Dunkelbildsubtraktion, nur dass dieses Biasbild ohne Lichteinfall und mit kleinster Belichtungszeit aufgenommen wird und auch vom eigentlichen Dunkelbild abgezogen wird. Man zieht dann erst das Biasbild normal ab, danach das (biaskorrigierte) Dunkelbild mit Temperatenausgleich. Wenn der Sensor-Verstärker während der Belichtung nicht von der Kamera ausgeschaltet wird, muss man noch den Ampglow-Anteil zum Biasbild dazuaddieren welcher während der Belichtung entsteht. Diesen könnte man aus zwei normal biaskorrigierten Masterdarks gewinnen, die bei sehr unterschiedlichen Temperaturen aufgenommen worden sind.

3. mit Hotpixelkorrektur:

Pixel mit einem großen Helligkeitswert im Dunkelbild (und somit auch im eigentlichem Bild) haben auch eine große Unsicherheit, darum ist es besser wenn man diese Pixel nicht berücksichtigt bzw durch eine Interpolation der Nachbarpixel ersetzt. Das geschieht hier automatisch.

4. mit Hotpixelkorrektur und Temperatenausgleich:

Naja, es werde eben beide Funktionen angewendet.

Die Vorgehensweise ist wie immer so, dass man das eigentliche Bild und das Dunkelbild in das Programm lädt, dass eigentliche Bild in den Vordergrund bringt, und dann die Funktion im Menü aufruft. Wenn noch andere Bilder geladen sind, muss man noch das richtige Dunkelbild aus der auftauchenden Liste auswählen.

Darks und Flats - Flat dividieren:

Die Hellbildkorrektur folgt direkt nach dem Dunkelbildabzug als zweiter Schritt. Die Aufnahme wird durch ein Bild dividiert, welches mit einer sehr gleichmäßigen Ausleuchtung des Bildfeldes gemacht worden ist. Am besten mit dem gleichen Objektiv und bei gleicher Blende. Hierbei sollte die Helligkeit im Bild so hoch wie im eigentlichen Bild sein, um zB Einflüsse von der nichtlinearen Kennlinie des Sensors klein zu halten.

Wie beim Dunkelbild sollten auch hier immer mehrere Hellbilder gemittelt werden, um das Rauschen nicht unnötig zu erhöhen. Ausserdem muss von dem Hellbild auch ein passendes Dunkelbild subtrahiert werden.

Die Vorgehensweise ist entsprechend der Dunkelbildsubtraktion, eigentliches Bild in den Vordergrund, Funktion aufrufen, eventuell noch das Hellbild auswählen. Man hat das Bild im Vordergrund, von dem schon das Masterdark abgezogen wurde und öffnet nun das Masterflat. Aus der Menüleiste Bearbeiten wählt man jetzt (Hell-)Bild dividieren aus.

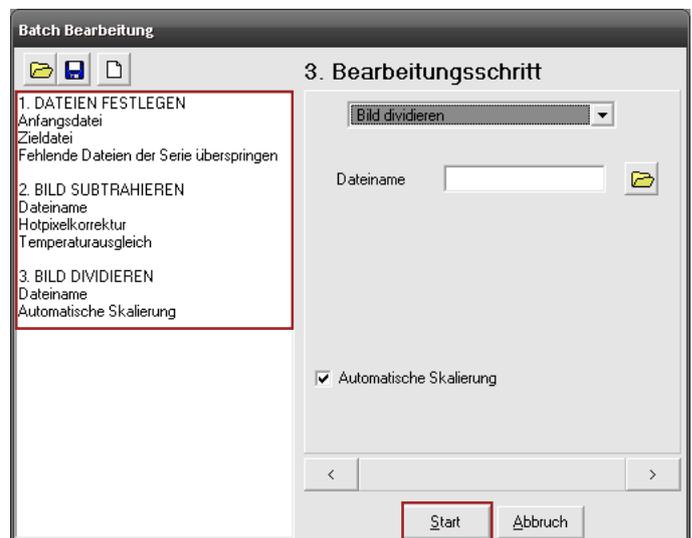
Menüpunkt: Bearbeiten - (Hell-)Bild dividieren

Batchbetrieb

Der Weg vom einzelnen Rohbild zum optimierten Rohbild ist einfach in drei Schritten gemacht. Wenn man nun eine ganze Aufnahmeserie so bearbeiten möchte da ist das schon etwas mühsam. Daher kann man im Batchbetrieb ganze Verzeichnisse mit Bildern so abarbeiten lassen.

Wie rechts dargestellt könnte ein Batch-Ablauf aussehen, indem das Masterdark subtrahiert und das Masterflat dividiert wird.

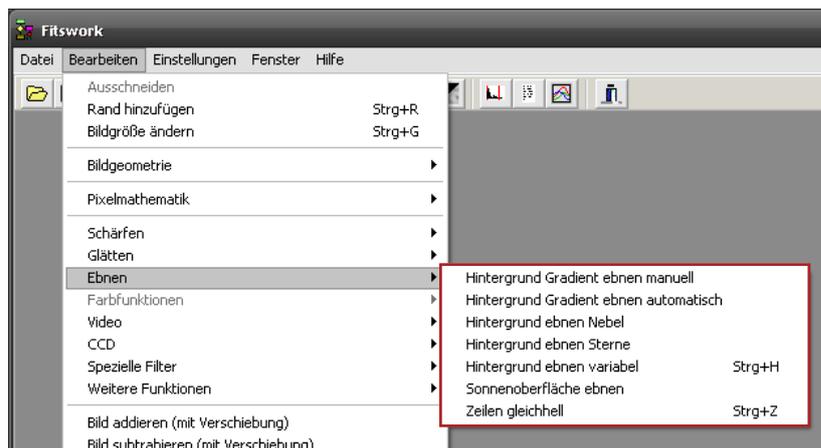
Wie man einen Batch angelegt wird noch später in der Anleitung erläutert.



Ebenen:

Die Funktion Ebenen ist dazu gedacht, um die Störungen im Himmelhintergrund zu mildern und vorallem um eine gleichmäßige Färbung zu erreichen. Damit können Vignettierungen und helle Bildränder geebnet werden. Auch können damit Streifen, die sehr oft bei Aufnahmen mit DSLR-Kameras entstehen können entfernt werden.

Es gibt auch eine gesonderte Funktion für das Ebenen des Hintergrundes bei Stern- und Nebelaufnahmen.



1. Hintergrund Gradient ebenen manuell

Mit den Reglern für die Horizontale und Vertikale kann der Hintergrund geebnet werden. Das ist geeignet, wenn Bildbereiche am Rand oder in den Bildecken abgedunkelt werden müssen.

2. Hintergrund Gradient ebenen automatisch

Hier versucht die Software automatisch helle Bereiche zu erkennen und zu ebenen.

3. Hintergrund ebenen Nebel

Hier versucht die Software automatisch helle Bereiche zu erkennen und zu ebenen und versucht aber mit interner Filterung Nebel nicht zu ebenen.

4. Hintergrund ebenen Sterne

Hier wird der Hintergrund stark geebnet und nur die Sterne werden dabei nicht beeinflusst.

5. Hintergrund ebenen variabel

Mit dieser Funktion kann man den Hintergrund im Bild, also der dunkle Bereich bei Astroaufnahmen, ebenen. Man gibt den Wirkradius ein, je größer er ist, desto mehr Strukturen bleiben im Hintergrund erhalten, die Glättung ist entsprechend schwächer.

6. Sonnenoberfläche ebenen

Wie die Name schon sagt wird der Hintergrund extrem stark geebnet und ist für Sonnenaufnahmen gedacht.

7. Zeilen gleich hell

Hier werden unterschiedlich helle Streifen geebnet und angeglichen.

Ab Version 3.50 ist es möglich nur einen Ausschnitt auszuwählen welcher geglättet wird, das Programm versucht dabei keine Übergänge am Rand zu erhalten. Das erreicht man mit der Funktion **Hintergrund Ebenen variabel** ganz gut.

Hier ist ein Beispiel zu sehen, bei dem sogar der dunkle Doghnut in mitten der Sterne entfernt wurde. Der angegebene Wirkradius war hier 3:



Ebenen - Zeilen gleichhell:

Die Filter zum Ebenen sorgen für einen gleichmäßig hellen Hintergrund. Unregelmäßigkeiten können verschiedene Ursachen haben, etwa Verstärkergeräuschen, Frame Pattern Noise und - gelegentlich - auch ein diffuser Gasnebel, den wir natürlich nicht beseitigen wollen.

Bei starker Kontrastverstärkung bleiben trotz Dunkelbildabzug manchmal noch Streifen, Flecken und sonstige Unebenheiten auf dem Bildhintergrund zurück. Hier setzt dieser Filter zum Ebenen an.



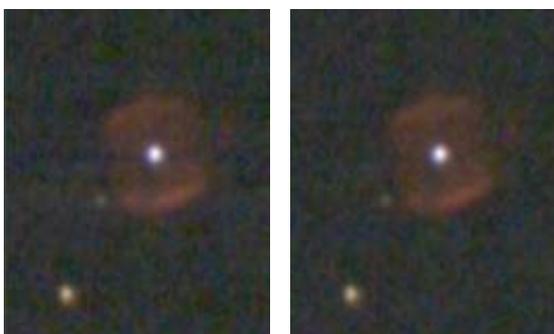
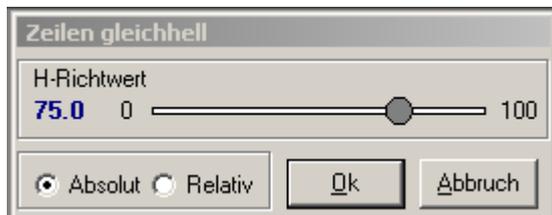
Ein typisches Anwendungsbeispiel ist dieser NGC40 links, dessen Hintergrund noch durch eine gewisse Streifigkeit gestört ist, das aus dem FPN stammt. Zwar wurde ein Dunkelbildabzug vorgenommen, doch schon geringe Temperaturänderungen während der Aufnahmeserie können einen solchen Restfehler verursachen. Bei starker Kontrastspitzung fällt dieser dann schön auf.

Menüpunkt: Bearbeiten - Ebenen - Zeilen gleichhell



Richtwert zu hoch!

Da dieser Filter - wie der Name schon sagt - nur horizontal wirkt, drehen wir das Bild erst mal um 90° und starten den Filter mit der Einstellung 'H-Richtwert=75'. Das ist natürlich viel zu viel! Eine grobe 'Dunkelwolke' ist die Folge.

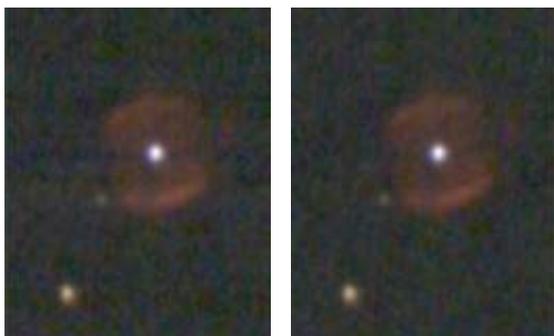


Richtwert zu niedrig!

Also fahren wir den Schieberegler ordentlich nach links und stellen den Filter mit der Einstellung 'H-Richtwert=2,5' ein. Jetzt ist dieser Wert zu klein. Zu sehen an den feinen Streifen, besonders neben hellen Sternen.



Ebenen - Zeilen gleichhell:



Richtwert korrekt!

Mit ein bißchen Fingerspitzengefühl und einem scharfen Auge schieben wir den Regler hin und her bis keine Streifen mehr sichtbar sind. In diesem Falle braucht NGC40 also den Richtwert 30. Bei anderen Bildinhalten kann dieser 'ideale Wert' durchaus ganz woanders liegen. Faustregel: Bei großen, hellen Kugelhaufen eher weniger, bei ausgedehnten Nebeln eher etwas mehr.



Fertigstellen

Nun drehen wir das Bild wieder zurück und lassen diesen Filter nochmal laufen, denn wir wollen ja auch die horizontalen Streifen entfernen. Ergebnis ist in den meisten Fällen ein erstaunlich sauberer Hintergrund, und das mit nur wenigen Mausklicks.

Zeilen gleichhell mit Markierung

Gasnebel pflegen im allgemeinen sehr allergisch auf Bildkorrekturen zum Hintergrundebenen zu reagieren, denn so ein Programm tut sich extrem schwer zu unterscheiden, ob die Unebenheiten irdischen oder nicht-irdischen Ursprungs sind. Ein wenig bekannter Trick hilft hier aber weiter:



M42 streifig

Hier sehen wir „ein Stück“ vom Großen Orionnebel M42 mit schönen Streifen darin, die aber zum Teil vom Nebel selber stammen.



M42 weggeebnet

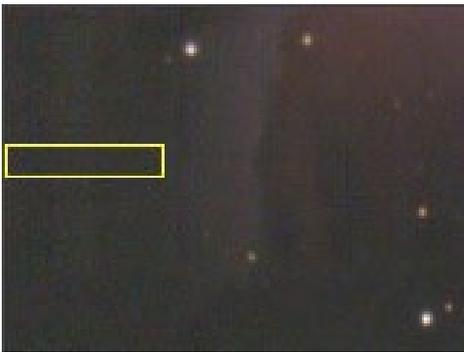
Frohgemut setzen wir das Werkzeug „Zeilen gleichhell“ in beide Richtungen (horizontal / vertikal) ein und siehe da - weg ist der Nebel, jedenfalls fast. Sehr vorteilhaft sieht das jedenfalls nicht aus...

Ebenen - Zeilen gleichhell:



M42 vertikal markiert

Eine besonders pfiffige Eigenart dieses Werkzeugs erlaubt es, nur bestimmte, vertikale Bereiche zur Berechnung des „Zeilenhelligkeitsausgleichs“ heranzuziehen. Also drehen wir das Bild um 90° , setzen eine rechteckige Markierung beliebiger Höhe aber genau definierter Breite so, dass im horizontalen Bereich dieser Markierung vom oberen bis zum unteren Bildrand möglichst kein Nebel zu sehen ist und wenden „Zeilen gleichhell“ an.



M42 horizontal markiert

Danach wird das Bild einfach wieder zurückgedreht, erneut eine „nebefreie“ Markierung gesetzt und das Werkzeug erneut angewendet.



M42 optimal geebnet

Nun sind die Streifen fast verschwunden, aber der Nebel ist immer noch da ;=} Zwar funktioniert das Entfernen der Streifen nicht ganz so perfekt, wenn man nur einen Teil des Bildes zur Berechnung hernimmt, aber auf diese Weise bleibt der Nebel nahezu unangetastet.

2 Markierungen für mehr Genauigkeit

Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch zu wissen, dass das Werkzeug „Zeilen gleichhell“ auch mit zwei Markierungen arbeitet. Falls sich ein ausgedehnter Nebel in der Bildmitte befinden sollte, kann jeweils eine Markierung rechts und links davon gesetzt werden, was im Endeffekt die Genauigkeit deutlich erhöht. Im Beispiel oben ist das natürlich nicht möglich, denn der Nebel geht bis zum oberen bzw. rechten Bildrand.

Ein gut geebneter Hintergrund ist die Grundvoraussetzung für eine gute Astroaufnahme. Dieser Arbeitsschritt gehört daher an den Anfang. Schärfen wir vorher, dann werden alle Unebenheiten gleich mal mitgeschärft.

Ebnen - Sterne:

Für reine Sternfeldaufnahmen ist diese Funktion gedacht. Dabei werden im Unterschied zur Funktion „Zeilen gleichhell“ nur großflächige und weich verlaufende Unebenheiten, etwa das Verstärkergrühen oder ein durch Mondlicht aufgehellter Himmel bei gleichzeitig leichter Vignettierung im Bildhintergrund geebnet.

Menüpunkt: Bearbeiten - Ebnen - Sterne



Ross 154 uneben

Im Bild links ist einer unserer nächsten Nachbarn, der Stern Ross 154 zu sehen. Der bewußt etwas aufgehellte Hintergrund zeigt neben dem Reustrauchen noch Ungleichmäßigkeiten bezüglich der Helligkeit, die sich flächig über das ganze Bild verteilen.



Ross 154 geebnet

Nach der Korrektur ist die Hintergrundhelligkeit deutlich gleichmäßiger.

Für Gasnebel ist diese Funktion ungeeignet, denn ein solcher würde gleich mit eingeebnet.

Ebnen Nebel:

Es ist eigentlich unmöglich, einen Hintergrund zu ebenen, wenn die Aufnahme einen ausgedehnten Gasnebel enthält. Denn man kann - was den Hintergrund betrifft - nicht klar entscheiden, ob an der Stelle x,y eine fehlerhafte Aufhellung vorhanden ist oder diese Aufhellung durch leuchtendes interstellares Gas verursacht wurde. Daher ist diese Funktion mit einiger Vorsicht zu genießen, und sie ist nicht immer erfolgreich. Trotzdem ganz erstaunlich, was sie trotzdem zu leisten vermag.

Menüpunkt: Bearbeiten - Ebnen - Nebel



M17 uneben

Der Aufnahme vom M 17 wurde künstlich eine Aufhellung links unten hinzugefügt und soll ein Verstärker glühen simulieren.



M17 geebnet

Genau der richtige Fall für diese Funktion: Eine weiche, flächiger Unebenheit. Doch erst nach dreimaliger Anwendung ist die Aufhellung fast verschwunden, denn hier wird korrekterweise sehr vorsichtig agiert.



M17 original

Zum Vergleich nochmal das „jungfräuliche“ Original: Der behandelten Aufnahme ist deutlich anzusehen, dass diese „Roßkur“ nicht ganz spurlos an dem „legalen“ Nebel vorbeigegangen ist.

Ebenen - Gradient:

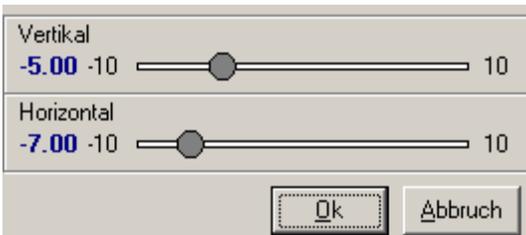
Ein häufig auftretender Bildfehler äußert sich durch eine Helligkeitsverschiebung in eine bestimmte Richtung (Gradient). Als Ursachen dafür kommen beispielsweise einfallendes Streulicht heller Objekte oder Verstärkergeräuschen in Frage. Diese Bildfehler lassen sich durch die Gradientenebnung nahezu perfekt beseitigen.

Menüpunkt: Bearbeiten - Ebenen - Gradienten



M6 Gradient

Im Bild links ist M6, der Schmetterlingshaufen mit einer auffälligen Helligkeitsverschiebung in der rechten oberen Ecke zu sehen.



Gradientenebnung

Nun stellen wir zur Korrektur die Gradienten in horizontaler und vertikaler Richtung ein.



M6 geebnet

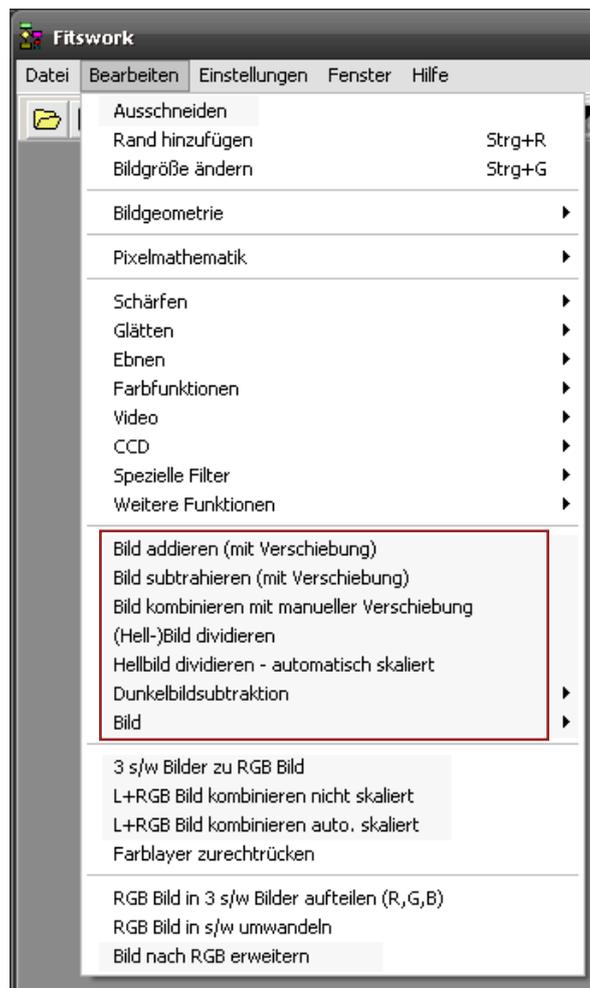
Nach der Gradientenebnung ist die Hintergrundhelligkeit deutlich gleichmäßiger.

Im Gegensatz zu der Funktion „Ebenen - Sterne“ ist die Gradientenebnung generell für jede Art von Bildinhalt, also auch für Gasnebel gut geeignet.

Bearbeiten - Kombinieren:

In Fitswork hat man mehrere Möglichkeiten Bilder miteinander zu kombinieren. Dabei wird sehr häufig die Addition von Bildern zu einem Summenbild und das Mosaik zur Montage von mehreren Bildausschnitten zu einem Gesamtbild verwendet.

1. **Bild addieren (mit Verschiebung)**
Addition zweier Bilder zu einem Summenbild. Diese Funktion wird sehr häufig verwendet.
2. **Bild subtrahieren (mit Verschiebung)**
Subtraktion zweier Bilder
3. **Bilder kombinieren mit manueller Verschiebung**
Hier werden zwei Bilder miteinander kombiniert indem die Art der Kombination und die Verschiebung manuell angegeben werden
4. **(Hell-)Bild dividieren**
Für die Division der Flats vom Rohbild, dem zuvor das Dark abgezogen wurde
5. **Hellbild dividieren automatisch skalieren**
Wenn das Flat kleiner wie die Aufnahme ist sollte diese Funktion zur Division verwendet werden
6. **Dunkelbildsubtraktion**
Für die Subtraktion der Darks vom Rohbild
7. **Bild**
Hier können verschiedene Kombinationsmöglichkeiten gewählt werden, wie Maskieren, Multiplizieren, Minimum, Maximum und Mosaik. Des weiteren können auch unterschiedliche Bilder angepasst werden oder Bilder mit unterschiedlicher Belichtungszeit kombiniert werden. Auch befindet sich hier die Funktion des Blinkens zweier Aufnahmen um die Bewegung der Sterne deutlich zu machen.



Zu Beginn öffnet man die zwei Bilder, die kombiniert werden sollen. Das Basis-Bild sollte im Vordergrund stehen und das Bild, welches, addiert, subtrahiert oder dividiert werden soll steht im Hintergrund bevor man eine dieser Funktionen wählt. Zusätzlich muß man bei der Addition mit Verschiebung jeweils die gleichen zwei Sterne in beiden Bildern auswählen, die dann als Register für die Verschiebung verwendet werden.

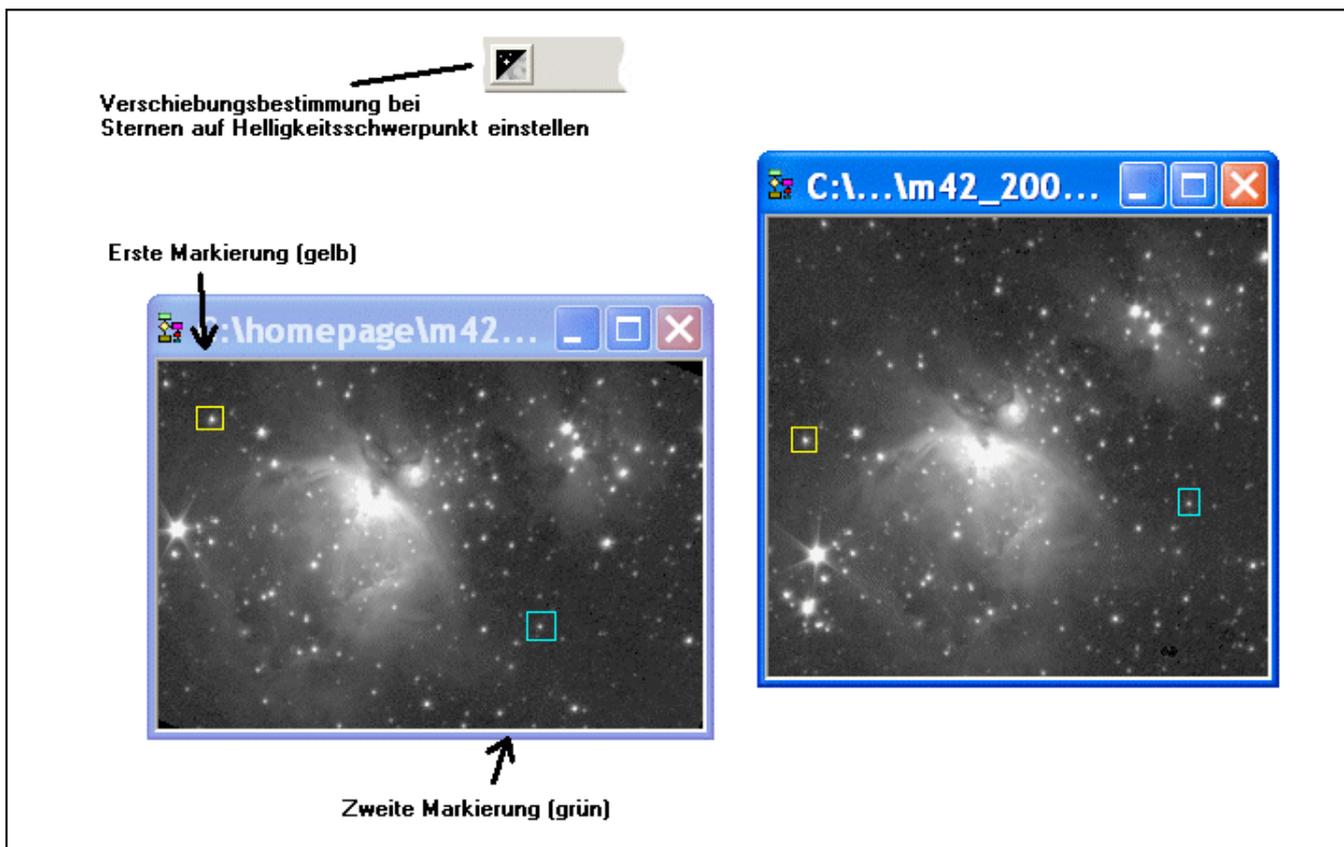
Bearbeiten - Bilder addieren:

Es gibt einige Funktionen, bei denen man ein Bild verschieben kann, bevor man es mit einem zweiten Bild verrechnet. Dabei markiert man mit der Maus durch drücken mit der linken Maustaste und ziehen (Maustaste dabei gedrückt lassen) im Bild einen Bereich, ebenso im zweiten Bild.

Sind die Bilder gegeneinander rotiert oder unterschiedlich groß, so muss man noch eine zweite Markierung machen, am besten an weit auseinander gelegenen Stellen damit die Genauigkeit hoch ist.

Achtung: Keine Kreuzmarkierungen machen, denn dann wird nur die direkte Position der Kreuze genommen!

Wenn man Sterne im Bild hat, kann man diese als Anhaltspunkt für die Verschiebung nehmen. Dabei sollte man keine Überbelichtete oder sehr schwache Sterne auswählen. Die genaue Position der Bereiche ist egal, so lange im Bereich ein eindeutig hellster Stern gefunden werden kann.



Ansonsten wählt man als Verschiebungsbestimmung die Kreuzkorrelation (in der Menüleiste auf das entsprechende Symbol klicken) und markiert Bereiche, welche eine eindeutige Struktur besitzen damit eine Übereinstimmung festgestellt werden kann. Es ist in diesem Fall zu beachten, dass bei einer starken Rotation und großen Bereichen diese nicht mehr deckungsgleich sein können.

Anschliessend bringt man das Bild in den Vordergrund, dessen Format (Größe und Ausrichtung) man beibehalten will, und klickt dann im Menü die Funktion Bild addieren (mit Verschiebung) an. Eventuell muss man die Helligkeitsskalierung mit dem Histogramm neu einstellen.

Menüpunkt: Bearbeiten - Bild addieren mit Verschiebung

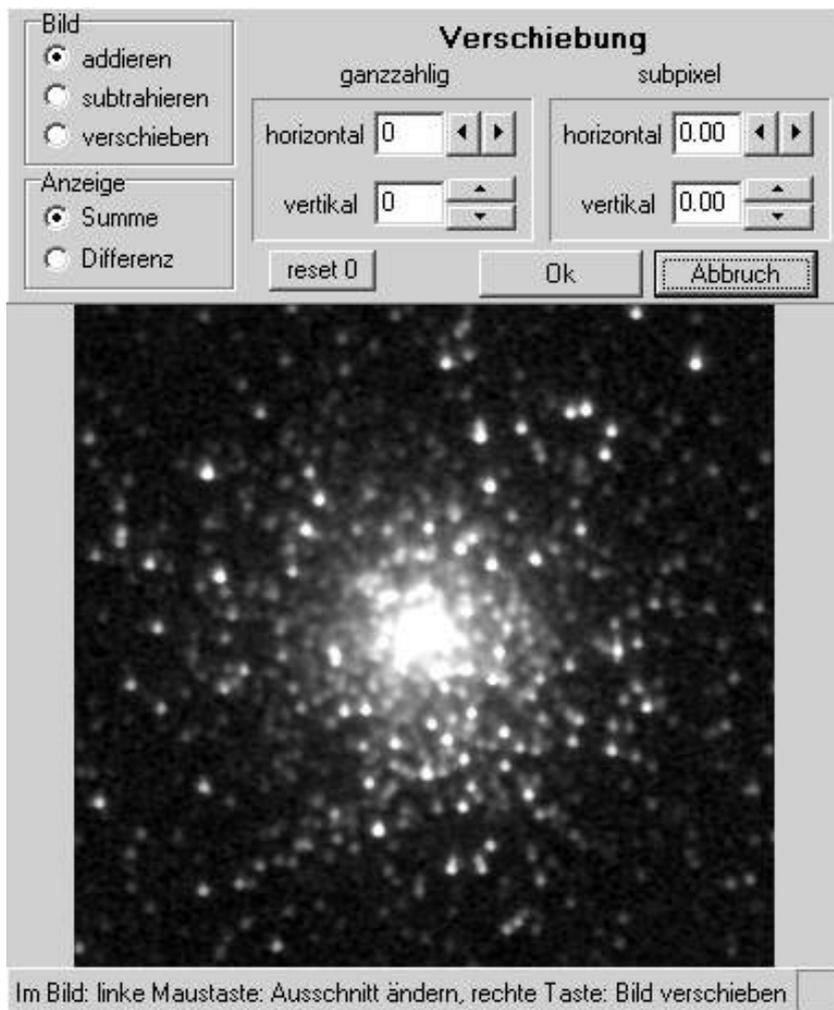
Bearbeiten - Kombinieren:

Manchmal lässt sich das Rauschen einer Farbaufnahme alleine dadurch deutlich verringern, in dem man diese in die drei Farbkanäle aufteilt und die entstandenen Schwarz-Weiß-Bilder miteinander kombiniert.

Menüpunkt: Bearbeiten - Bild kombinieren mit manueller Verschiebung

Im Grunde genommen ist dieser Dialog selbsterklärend: Man nehme 2 Bilder und starte diesen Dialog. Per Voreinstellung werden die beiden Bilder einfach addiert, wobei ein eventuell vorhandener horizontaler oder vertikaler Versatz nicht nur pixelgenau, sondern sogar auf 1/10-tel Pixel genau ausgeglichen werden kann. Bei Bedarf kann auch subtrahiert werden. Das Ergebnis ist das Summen- oder Differenzbild in einem neuen Fenster.

Das Ergebnis der Addition enthält in der Regel deutlich weniger Rauschen, etwa um den Faktor $1,732 (= \sqrt{3})$. Dieses kann geschärft und mit der vorhandenn RGB-Aufnahme zu einem L-RGB-Komposit kombiniert werden.



Bearbeiten - Mosaiken erstellen:

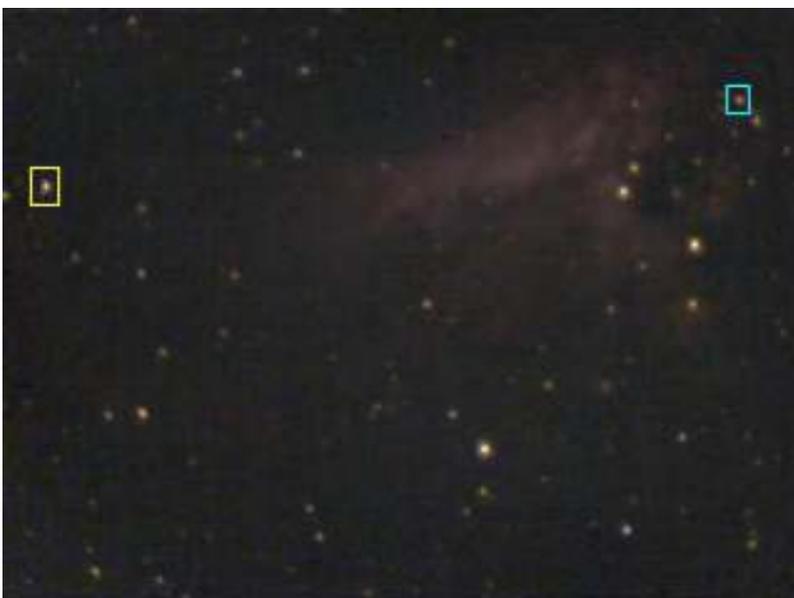
Ein kleines aber feines und - wie sollte es auch anders sein - sehr sauber implementiertes Werkzeug verbirgt sich im Menü „Bild“ - das Erstellen eines Mosaik aus einer beliebigen Anzahl an Einzelbildern. Der Clou dabei ist, dass die Einzelbilder analog zu „Anpassen“ mit zwei Markierungen versehen werden können, mit Hilfe derer diese exakt zueinander passend gemacht werden. Ergebnis ist ein stets perfektes Mosaik, in dem man die Grenzen der Einzelbilder vergeblich sucht.

Menüpunkt: Bearbeiten - Bild - Mosaik



M17 - Nordteil

Als Praxisbeispiel dient eine ältere Aufnahme des schönen Gasnebels M17. Im Nordteil markieren wir zwei Sterne, die auch auf der zweiten Aufnahme zu sehen sind. Diese „Leitsterne“ sollten möglichst weit auseinander liegen. Je weiter, desto genauer das Resultat.



M17 - Südteil

Dann markieren wir die gleichen Sternchen im Südteil der Aufnahme. Diese Markierungen müssen nicht hochgenau sein, Hauptsache, in ihnen befindet sich ein eindeutig hellster Stern. Auch das Markieren einer eindeutigen, markanten Struktur ist möglich, wenn man...



... diese Schaltfläche in der Symbolleiste auf „Kreuzkorrelation“ umschaltet.

Bearbeiten - Mosaiken erstellen:

M17 - fertiges Mosaik

Nun kann das Werkzeug „Mosaik“ gestartet werden. Die Frage „Kontrast anpassen?“ kann ruhig mit „Ja“ beantwortet werden. Es wird übrigens stets an dasjenige Bild angepaßt, dessen Fenster gerade aktiviert ist. Alle weiteren Bearbeitungsschritte, die ganz schön kompliziert sind, laufen dann vollautomatisch: Das zweite Bild (das erste haben wir aktiviert) wird anhand der beiden Markierungen skaliert, ausgerichtet, zurechtgedreht und schließlich bezüglich Farbe und Kontrast an das erste Bild angepaßt. Sekunden später taucht das fertige Mosaik in einem eigenen Fenster auf!

Und dieses Mosaik hat noch die volle Farbtiefe, kann also durchaus noch weiter verarbeitet werden!



Ein fertiges Mosaik hat fast immer mehr oder weniger große „leere“ Flächen in den Randbereichen, denn die Einzelbilder sind in den seltensten Fällen bereits exakt ausgerichtet. Diese „Leerflächen“ werden in FitsWork schwarz dargestellt, haben intern aber die „Farbe ‘Transparent‘“. Das ist sehr geschickt, denn dadurch kann dieses Mosaik jederzeit durch Hinzufügen weiterer Einzelbilder erweitert werden.

Bearbeiten - Bild anpassen:

Wer kennt das nicht? In einer klaren Nacht wird bei bestem Seeing mit einer hochwertigen Astrokamera eine aufwendige Schwarz-Weiß-Aufnahme gemacht. Doch plötzlich schieben sich dunkle Wolken vor das Objekt der Begierde, gefolgt von wochenlangem Regenwetter, so dass es nicht mehr zu einer Farbaufnahme mit den entsprechenden Filtern kommt. Es existiert aber noch eine ältere Farbaufnahme vom gleichen Objekt, die mit einer anderen Kamera mit weit weniger Schärfe und Detailreichtum aufgenommen wurde....

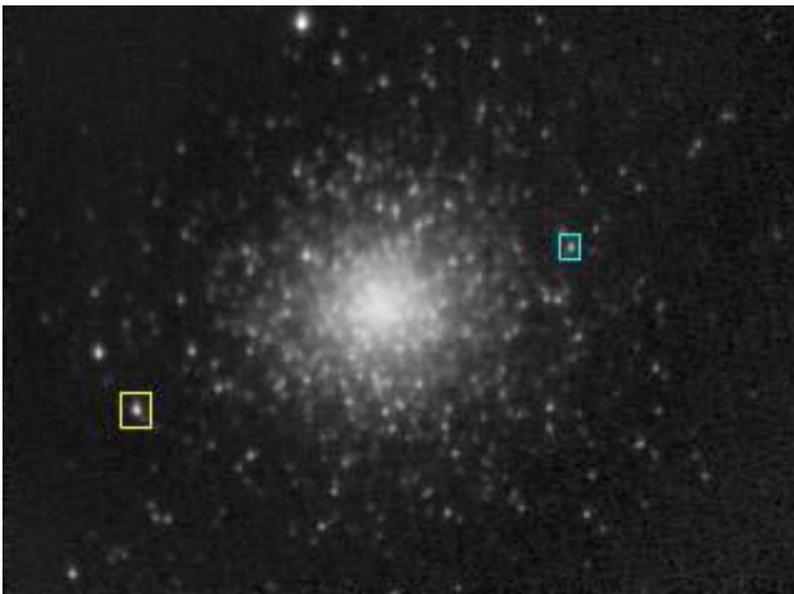
Was liegt also näher, als aus dieser und der älteren Aufnahme ein L-RGB-Komposit anzufertigen? Klingt einfach, ist es aber nicht, denn die beiden Kameras werden wohl mit einiger Sicherheit unterschiedliche Pixelgrößen haben, außerdem wird die Brennweite nicht ganz exakt die gleiche gewesen sein. Erschwerend kommt noch hinzu, dass Ausrichtung und Drehwinkel höchstwahrscheinlich ebenfalls unterschiedlich sind.

Menüpunkt: Bearbeiten - Bild - an ein Zweites anpassen



Farbaufnahme

In diesem Praxisbeispiel muß M2 als „Versuchskaninchen“ erhalten. In der bestehenden, älteren Farbaufnahme werden zunächst zwei Sterne markiert...



Schwarz-Weiß-Aufnahme

... danach die hochwertige Schwarz-Weiß-Aufnahme geladen und die gleichen Sterne dort ebenfalls markiert. Man beachte die stark unterschiedliche Vergrößerung, sowie den anderen Drehwinkel gegenüber der Farbaufnahme.

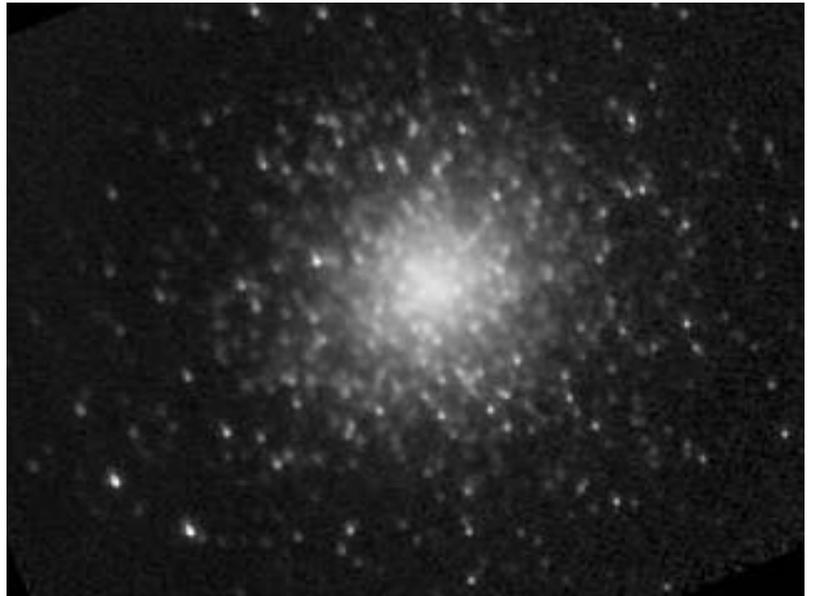
Das Markieren muß nicht mit höchster Genauigkeit erfolgen, da FitsWork den Helligkeitsschwerpunkt innerhalb dieser Markierungen ermittelt und daraus die exakte Sternposition bestimmt.

Bearbeiten - Bild anpassen:

Schwarz-Weiß-Aufnahme angepaßt

Ein Klick auf den oben genannten Menüpunkt besorgt den Rest: Das Bild wird anhand der markierten Sterne skaliert, gedreht und ausgerichtet, und das mit einer verbüffenden Genauigkeit!

Ein wenig schärfen, Sternradien verkleinern, und man erhält das Ergebnis, das links zu sehen ist. „Zu Fuß“ wäre das mit der gleichen Genauigkeit ganz schön aufwendig gewesen!



LRGB

Der Rest ist dagegen trivial: Aus der angepaßten Schwarz-Weiß-Aufnahme wird zusammen mit der Farbaufnahme ein L-RGB-Komposit erstellt, so wie auf der entsprechenden Seite beschrieben. Fertig!



Sollten sich keine zwei scharfe Sterne zum Markieren finden lassen, dann kann man auch zwei eindeutige Strukturen zum Anpassen markieren. Dazu muß aber mit Klick auf die links oben gezeigte Schaltfläche auf „Kreuzkorrelation“ umgeschaltet werden.

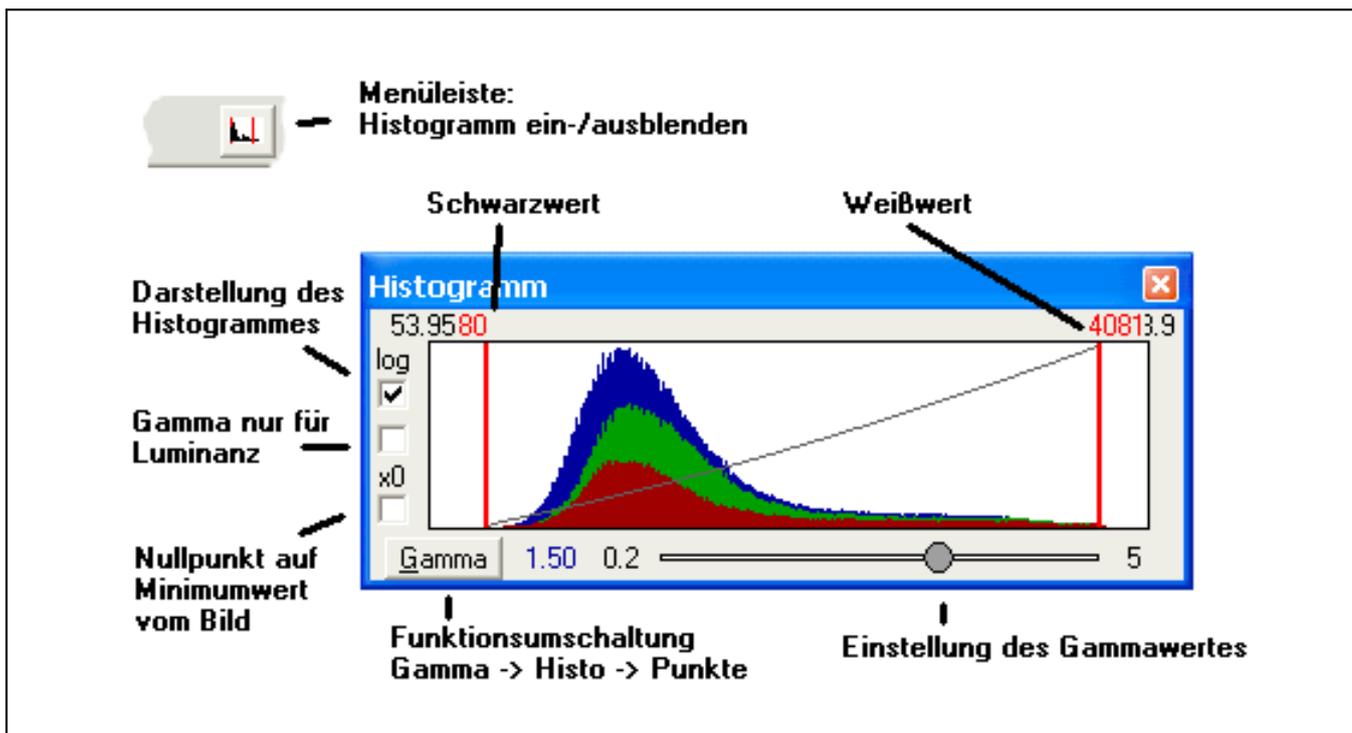
Die Kreuzkorrelation gibt das „Maß der Ähnlichkeit“ zwischen zwei Funktionen wieder. Somit ist mit recht hoher Genauigkeit der Ort einer bestimmten Struktur innerhalb einer ansonsten „chaotisch“ verlaufenden Funktion bestimmbar.

Falls sich weder ein eindeutiger Stern oder eine ebenso eindeutige Struktur finden läßt, können alternativ auch punktförmige Markierungen (kleine Kreuzchen) vorgenommen werden. Diese sollten jedoch so präzise wie eben möglich gesetzt werden!

Korrekturen - Histogramm:

Gerade bei Bildern mit hoher Dynamik, muss man die Helligkeitswerte im Bild auf die 8 Bit Dynamik des Monitors oder des BMP/JPEG Ausgabeformates herunterskalieren. Das kann man mit dem Histogramm Werkzeug machen, ohne die eigentlichen Werte im Bild zu verändern. Das Histogramm zeigt horizontal die Werte (Helligkeiten) der Pixel und vertikal die Anzahl der Pixel mit dieser Helligkeit. Mit dem Histogramm kann man die Skalierung des Bildes vornehmen, ohne die eigentlichen Werte im Bild zu verändern! Dazu lassen sich die roten Balken im Diagramm mit der Maus zur Seite verschieben.

Nur wenn man das Bild als BMP oder JPEG Datei abspeichert, wird das Bild den Einstellungen entsprechend abgespeichert. Also genau so, wie es gerade angezeigt wird. Beim Tiff Format wird beim Speichern der Bildinhalt auf 16 Bit gestreckt und gerundet. Bei den Ganzzahl FITS Formaten wird der Inhalt auch auf 16 bzw 32 Bit gestreckt, so bleibt die größtmögliche Dynamik erhalten.



Der Schwarzwert gibt an, welcher Wert im Bild als Schwarz dargestellt wird. Wenn man einen höheren Wert einstellt, dann erscheint das Bild dunkler und kleinere Werte werden abgeschnitten. Entsprechendes bei der Einstellung des Weißwertes, verkleinert man ihn, wird das Bild heller dargestellt und höhere Werte werden abgeschnitten. Der Gammawert legt fest, wie der Helligkeitsverlauf zwischen Schwarz und Weiß verläuft, das wird durch die schwarze Linie dargestellt. Entsprechendes gilt für die Histo und Punkte Funktionen.

Wenn man im Diagramm mit der rechten Maustaste klickt, kann man ab Version 2.997 noch einige vorgegebene Skalierungen auswählen (8 Bit, 12 Bit etc). Die automatische Skalierung stellt den Schwarz- und Weißwert nach den Menüeinstellungen ein, welche man unter *Automatische Helligkeitsskalierung* findet. Gammawerte werden nicht automatisch eingestellt.

Es sind noch einige Funktionen dazugekommen:

Man kann die Histogrammeinstellungen auf die Bildwerte übertragen, dabei wird der Bereich auf 16 Bit skaliert. Zusätzlich kann man die Einstellungen abspeichern und so auch im Batchbetrieb die Histogrammfunktion nutzen. Wenn man im Batch die Dateien in einem 8 Bit-Format also JPG, BMP oder PNG abspeichert, muss man nach der Skalierung die Werte noch durch 256 teilen, also mit 0.003906 multiplizieren.

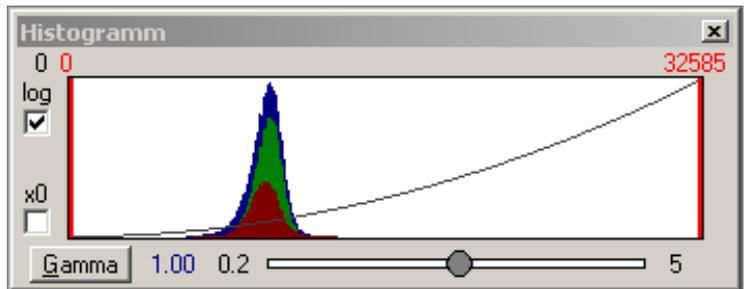
Das Histogrammfenster kann man durch ziehen an den Ecken in der Größe verändern.

Korrekturen - Histogramm:

Unbehandelte Summenbilder werden in der Regel noch zahlreiche Fehler enthalten, die ganz unterschiedliche Ursachen haben können. Hier setzen die effektiven Korrekturwerkzeuge von FitsWork an, die viele dieser Fehler stark reduzieren können.

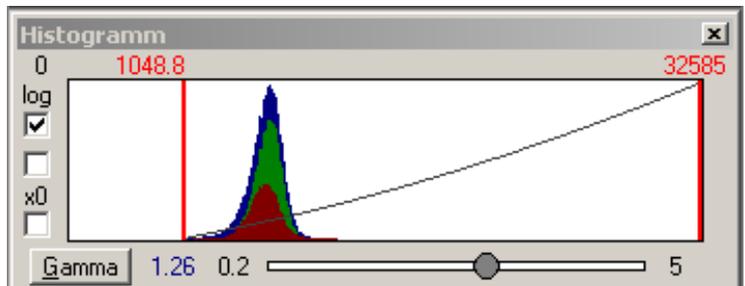
In einem Summenbild mit 16 Bit pro Farbkanal stecken weit mehr Informationen, als ein auf 8 Bit pro Farbkanal ($3 \cdot 8 = 24$ Bit \rightarrow 16,7 Millionen Farben) ausgelegter Bildschirm. Ohne eine geeignete Skalierung dieser Werte gehen dem Endergebnis gleich massenweise Informationen verloren. Das Histogrammfenster ist mit seinen vielseitigen Funktionen eins der wichtigsten Werkzeuge zum Bearbeiten des Summenbilds. Schwarz- und Weißwert werden jeweils als Zahlenwert angezeigt. Verändert man mit Hilfe der beiden roten Balken diese Werte, dann werden die neuen Schwarz- und Weißwerte zusätzlich angezeigt.

Normaleinstellung



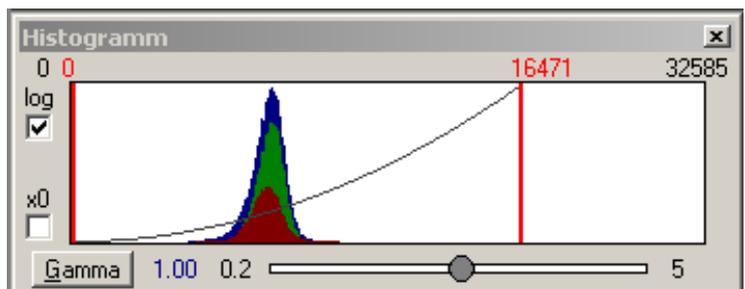
Schon alleine die Autoskalierung beim Laden grenzt den gesamten Wertebereich auf den für den Betrachter wichtigen Helligkeitsbereich ein, was - je nach Bildinhalt - einer nicht unerheblichen Kontrastverstärkung gleichkommt. Wie man den Zahlenwerten im Histogrammfenster unschwer entnehmen kann, ist dieser eingeschränkte Helligkeitsbereich immer noch in über 32.000 Helligkeitsstufen (=15 Bit) unterteilt und damit sehr viel feiner als das mit den üblichen 8 Bit möglich wäre. Nun kann man also - ohne dabei zu grob abzustufen - gewisse, interessante Details weiter dehnen...

Gamma erhöhen



Nun kann der Gamma-Wert erhöht werden. Dabei werden Details in den dunklen Bildanteilen mit einem stärkeren Kontrast versehen, denn die Helligkeitskurve ist dort etwas steiler. Um ein Aufhellen des Hintergrunds dabei zu vermeiden, wird der Schwarzwert durch Rechtsverschieben des linken roten Balkens etwas abgesenkt.

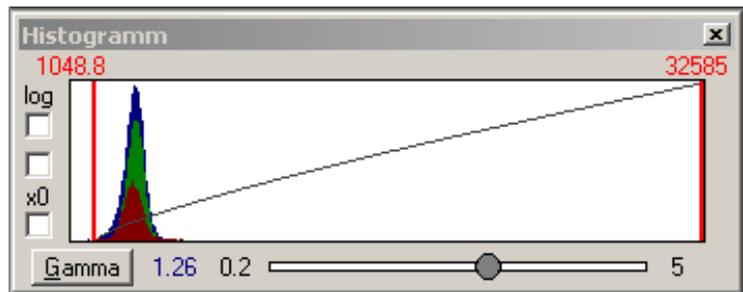
Sättigung



Man hüte sich jedoch davor, den Kontrast auf diese Weise zu verstärken. Dabei gehen in den hellen Bildteilen alle Informationen verloren „ausbrennen“.

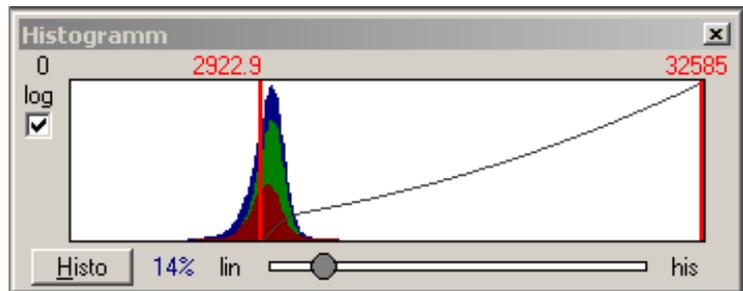
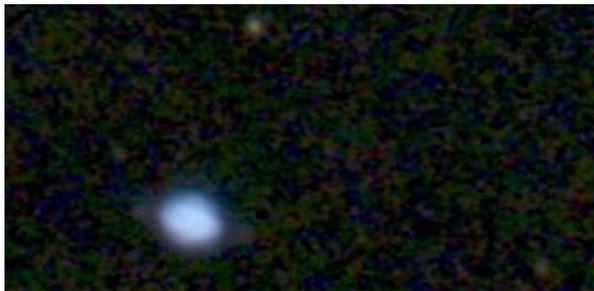
Korrekturen - Histogramm:

Linear



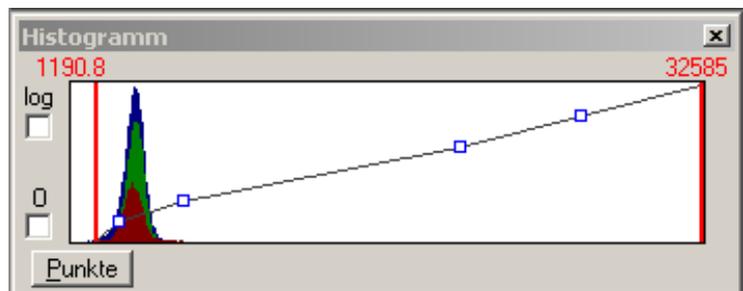
Per Voreinstellung ist die Darstellung des Histogramms eine logarithmische. Alternativ kann auch auf die lineare Darstellung gewechselt werden. Das Bild bleibt dabei unverändert.

Histo



Mit der Schaltfläche, die mit „Gamma“ vorbelegt ist, kann die Helligkeitskurve im „Histo-Modus“ optimiert werden. Dabei wird die Kontrastverstärkung automatisch in einen Bereich mit geringem Kontrast verlegt werden, was je nach Bildinhalt von Vorteil sein kann. Die Stärke sollte jedoch mit etwas Fingerspitzengefühl eingestellt werden.

Punkte



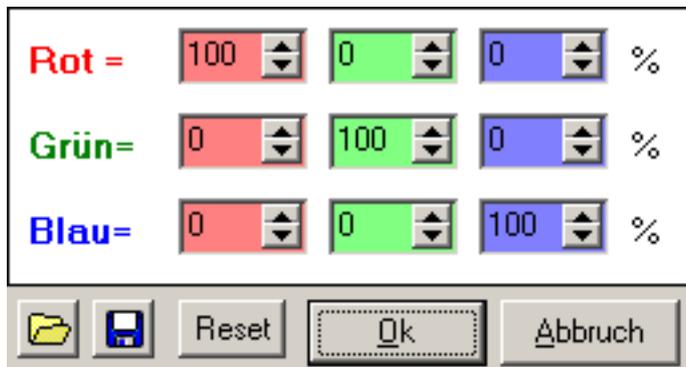
Klickt man nochmals auf diese Schaltfläche, dann wird auf eine frei definierbare Helligkeitskurve umgeschaltet, deren Verlauf mit den blau eingezeichneten Punkten festgelegt wird. Ist das Kontrollkästchen „0“ aktiviert, dann wird diese Kurve geglättet, sonst nicht.

Beim Speichern in den 8-Bit-Formaten wird das gezeigte Ergebnis exakt so abgespeichert. Speichert man jedoch im FITS-Format, bleiben die Helligkeitswerte unverändert, wobei die in diesem Fenster vorgenommenen Einstellungen im FITS-Header mit abgespeichert und beim erneuten Laden übernommen werden.

Korrekturen - Farbkorrektur:

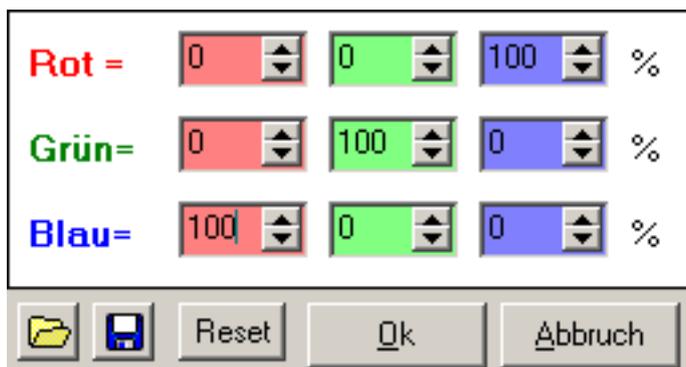
Die Pixel einer jeden Farbaufnahme enthalten 3 Helligkeitswerte, jeweils einer für Rot, Grün und Blau. Konsequenterweise lassen sich in FitsWork diese Werte unabhängig voneinander oder aber auch in Abhängigkeit voneinander einstellen. Daraus ergeben sich logischerweise 9 Kombinationsmöglichkeiten, was den Dialog zur Farbkorrektur zwar etwas ungewöhnlich erscheinen lässt, einer guten Kontrolle über die genaue Farbgebung aber durchaus dienlich ist.

Menüpunkt: Bearbeiten - Farbfunktionen - Farbkorrektur



Farbkorrektur

Mit diesem Dialog kann eine sehr genaue Farbkorrektur vorgenommen werden. Dazu lassen sich die Farbwerte einzeln einstellen, oder aber ein paar Prozent der einen Farbe einer anderen Farbe zuordnen. Man kann also - etwas anders ausgedrückt - für jeden Farbkanal einzeln festlegen, aus wieviel Prozent der 3 Farbkanäle sich dieser zusammensetzen soll.



Farben vertauschen

Zum besseren Verständnis bauen wir uns mal einen blauen Schwanennebel. Dazu weisen wir dem roten Farbkanal 0% von Rot und 100% von Blau zu. Gleichzeitig bekommt Blau 0% von Blau und 100% von Rot...



„Blauer Schwanennebel“

Ergebnis ist dieser blaue Schwanennebel...

Häufig verwendete Farbeinstellungen lassen sich übrigens als „Farbprofil“ abspeichern und auch wieder laden.

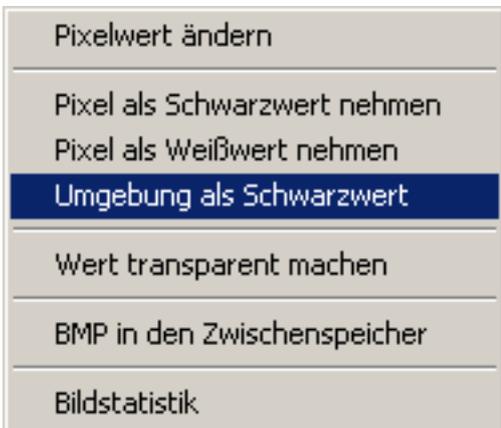
Korrekturen - Schwarzwert:

Eine schwarze oder tief dunkelgraue Hintergrundfarbe wäre für astrofotografische Aufnahmen wünschenswert, doch in den seltensten Fällen ist der Bildhintergrund derart „unbunt“. Eine solche ungewollte Farbverschiebung lässt sich in FitsWork problemlos beseitigen.



Hintergrund bläulich

Dieses Bild schaut auf den ersten Blick schon recht ordentlich aus. Bei genauerem Hinsehen fällt jedoch auf, dass der Hintergrund einen kräftigen Bläustich hat. Überhaupt dominiert die blaue Farbe in allen Helligkeitsbereichen, wodurch der Gasnebel sehr unnatürlich wirkt.



Klickt man mit der rechten Maustaste auf eine passende dunkle Stelle im Bild, dann taucht das links gezeigte Kontextmenü auf. Ein Linksklick auf „Umgebung als Schwarzwert“, und augenblicklich...



Hintergrund korrigiert

... werden alle Pixel in der näheren Umgebung (ca. 16x16) der Mauszeigerspitze zur Mittelung herangezogen, daraus eine mittlere Farbverschiebung errechnet und diese vom Gesamtbild abgezogen. Ergebnis ist ein an der gewählten Stelle perfekt farbloser Hintergrund und insgesamt eine deutlich verbesserte Farbgebung. Doch ganz perfekt ist das natürlich nicht, denn es fehlt noch die Festlegung auf einen bestimmten Weißwert, die Weißwertkorrektur.

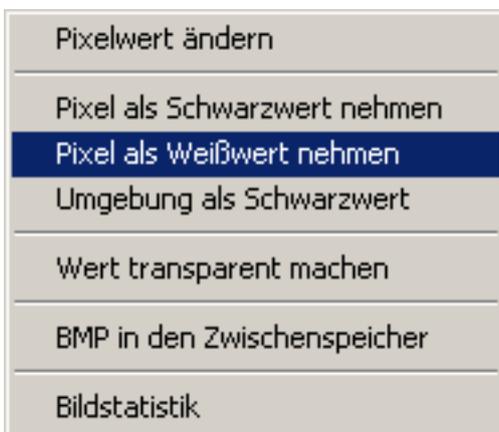
Korrekturen - Weißwert:

Die Farbkorrektur eines Bildpunkts, meist ein Stern, von dem man aus bestimmten Gründen annehmen muß, dass dieser rein weiß ist, läßt sich in FitsWork schnell und einfach durchführen.



Hintergrund korrigiert

Dieses Bild hat die Schwarzwertkorrektur bereits hinter sich, jedoch fällt auf, dass diejenigen Sterne, die eigentlich weiß sein müßten, einen zu geringen Blauanteil haben und daher gelblich sind. Damit wirkt auch der gesamte Gasnebel etwas „schmutzig-ockerfarben“.



Klickt man mit der rechten Maustaste auf einen Stern, dessen Farbe bekanntermaßen rein weiß ist, dann taucht das links gezeigte Kontextmenü auf. Ein Linksklick auf „Pixel als Weißwert nehmen“ öffnet das korrigierte Bild in einem neuen Fenster. Bei dieser Aktion ist mit besonderer Sorgfalt darauf zu achten, dass die Mauszeigerspitze sehr genau auf den gewünschten Pixel gefahren werden muß, was einige Übung erfordert. Wünschenswert wäre daher eine Funktion in der Art „Umgebung als Weißwert“.



Weißwert korrigiert

Ergebnis ist ein nochmals deutlich verbesserter Farbeindruck. Jedoch darf an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dass sich die Farbkorrektur auf das gesamte Bild auswirkt, also auch auf den Hintergrund.



Korrekturen wiederholen

Durch mehrmaliges abwechselndes Wiederholen der Schwarz- und Weißwertkorrektur kann der Farbeindruck meist noch weiter verbessert werden.

Korrekturen - Farblayer:

Bei starker Vergrößerung macht sich insbesondere bei Objekten mit geringer Horizonthöhe ein atmosphärischer Effekt bemerkbar, den man als Atmosphärische Dispersion bezeichnet.

Menüpunkt: Bearbeiten - Farblayer zurechtrücken



Jupiter mit Farbrändern

Dieser Effekt macht sich durch blaue Farbränder oben und rote Farbränder unten bemerkbar. In der Bildmitte ist die Schärfe herabgesetzt, außerdem erscheinen alle Konturen unnatürlich bunt.



Farbränder korrigiert

Mit der Maus muß der Bereich im Bild markiert werden, der zur Korrektur herangezogen werden soll. Im Menu „Bearbeiten“ genügt dann ein Klick auf den Menüpunkt „Farblayer zurechtrücken“, und nach wenigen Sekunden bekommt man ein perfekt korrigiertes Bild.

Pixelthematik - Wert:

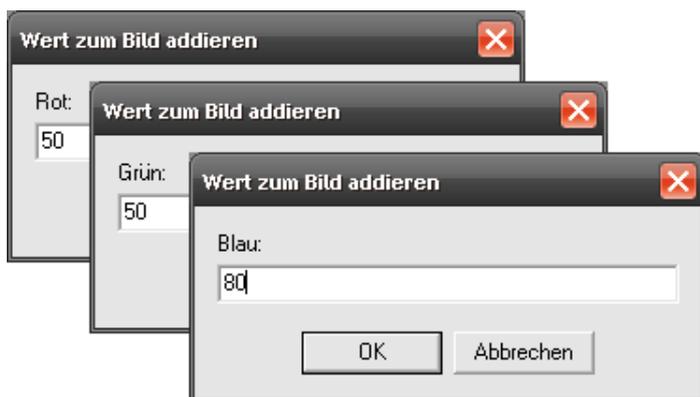
Bei der Pixelmathematik geht es darum, die Werte einzelner Pixel direkt nach bestimmten Vorgaben zu berechnen. So lässt sich beispielsweise durch Addieren eines bestimmten Wertes zu einem jeden Pixel ein mattgrauer Hintergrund erzeugen, oder, als Umkehrfunktion dazu, ein Helligkeitsoffset durch Subtraktion entfernen. Die wichtigsten Funktionen zur Pixelmathematik seien im folgenden näher erläutert:

Wert:

Die bei den üblichen Bildformaten JPG, PNG, GIF und BMP wird der Helligkeitswert aller Bildpunkte durch eine sogenannte „8-Bit-Integer-Zahl“ beschrieben, was bedeutet, dass hier nur ganzzahlige Werte zwischen 0 (schwarz) und 255 (weiß) vorkommen können. Das reicht für eine vernünftige Darstellung am Monitor völlig aus. Wenn man jedoch beabsichtigt, ein solches Bild zu bearbeiten, dann stößt man jedoch schnell an die Grenzen einer solchen Integerarithmetik; schnell machen sich im Bild hässliche Artefakte bemerkbar.

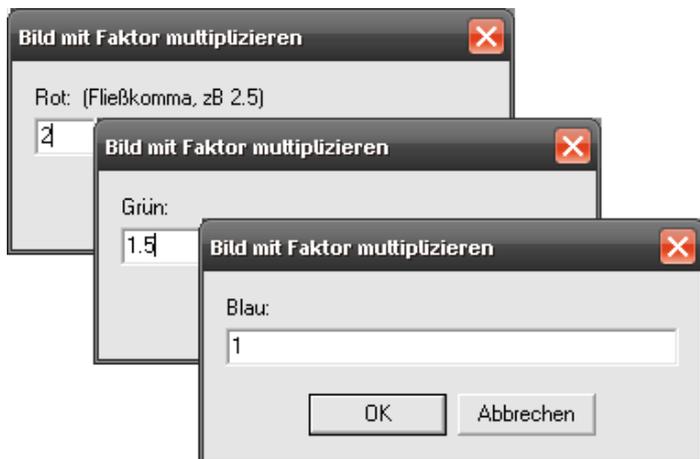
Daher wird in FitsWork grundsätzlich mit Fließkommazahlen gearbeitet. Die Darstellung der Pixelwerte ist etwas gewöhnungsbedürftig: Da tauchen plötzlich „krumme“ Werte auf, die durchaus auch mal negativ sein können, wobei negative Werte nicht etwa „schwärzer als Schwarz“ bedeuten. Letztendlich wird für die Darstellung am Bildschirm oder beim Speichern in den üblichen 8-Bit-Formaten JPG, PNG und BMP stets auf den entsprechenden 8-Bit-Integer-Bereich skaliert.

Menüpunkt: Bearbeiten - Pixelmathematik - Wert addieren <Strg> + <A>
Menüpunkt: Bearbeiten - Pixelmathematik - Wert multiplizieren <Strg> + <M>
Menüpunkt: Bearbeiten - Pixelmathematik - Wert dividieren <Strg> + <D>



Wert addieren:

Hier kann für jeden Farbkanal Rot, Grün und Blau ein Wert addiert werden, d.h. hat ein Farbton den einen Rotanteil von 20 und man addiert 100 dazu, so hat der Farbton jetzt einen Rotanteil von 120.



Wert multiplizieren/dividieren:

Hier kann für jeden Farbkanal Rot, Grün und Blau ein Wert angegeben werden mit dem der Farbwert multipliziert bzw. dividiert wird. Hiermit kann man gut die Sättigung der Farben steigern, wenn man für alle Farbkanäle den gleichen Wert angibt.

Pixelthematik - Wertebereich - Logarithmieren:

Wertebereich:

Mit diesen Funktionen läßt sich der Wertebereich aller Pixel im Bild auf einen unteren und einen oberen Wert begrenzen. Nützlich besonders dann, wenn im Bild einzelne dunkle oder helle Fehlerpixel eine Autoskalierung unmöglich machen oder eine Weiterverarbeitung erschweren.

Menüpunkt: Bearbeiten - Pixelmathematik - Wertebereich unten begrenzen <Strg> + <U>

Menüpunkt: Bearbeiten - Pixelmathematik - Wertebereich oben begrenzen <Strg> + <O>

(kleinere Werte -> Wert)

Wertebereich unten begrenzen

Alle Pixel, die einen geringeren Wert haben, werden auf diesen gesetzt, kleinere Werte also „abgeschnitten“. Nützlich, wenn sich im Bild viele dunkle Fehlerpixel befinden.

(größere Werte -> Wert)

Wertebereich oben begrenzen

Alle Pixel, die einen höheren Wert haben, bekommen diesen vorgebenen Wert. Hellere Bildpunkte werden also ebenfalls „abgeschnitten“. Nützlich, wenn sich im Bild viele helle Fehlerpixel befinden.

Wichtig: Wertebereiche erst begrenzen und dann erst Logarithmieren oder Schärfen!

Logarithmieren:

Das Auge nimmt Helligkeitsunterschiede nicht linear, wie etwa eine Kamera wahr, sondern logarithmisch. Nur so ist zu erklären, warum es überhaupt möglich ist, einen diffusen Nebel neben einem um den Faktor 10.000 helleren Stern überhaupt wahrzunehmen. Diese Funktion errechnet den Logarithmus aus jedem Pixel, was dem natürlichen Sehen wesentlich näher kommt. Ein gutes Beispiel ist der visuell nicht sehr helle Flammennebel NGC 2024 im Orion, der knapp östlich neben dem 2 mag hellen „linken Gürtelstern“ ζ Orionis noch recht gut zu sehen ist. Dazwischen liegen ungefähr 12 Größenklassen, sprich, ein Helligkeitssprung um den Faktor 63.130!

Auf das „8-Bit-Helligkeitsschema“ eines „normalen“ Bildformats JPG, PNG oder BMP linear übertragen, würde das den Rahmen hoffnungslos sprengen, denn mit 8 Bit lassen sich rein rechnerisch nur 6 Größenklassen gleichzeitig darstellen. Da ein Summenbild aber meist mit 16 Bit arbeitet, wären besagte 12 Größenklassen immerhin schon denkbar, doch es bleibt das Problem, dass letztendlich auf 8 Bit skaliert werden muß...

Menüpunkt: Bearbeiten - Pixelmathematik - Logarithmieren <Strg> + <L>



M17 linear

Hier greift eine wichtige Funktion von FitsWork an, das Logarithmieren. Im Bild links ist M17 in linearer Darstellung zu „sehen“ - eigentlich nichts weiter als ein paar helle Sterne...

M17 logarithmisch



Kurz mal <Strg> + <L> gedrückt, und schon wird's hell - zu hell. Der untere Wert muß noch ein wenig angepaßt werden, und dann erstrahlt der Nebel in vollem Glanz - ohne dass die Sterne zu „Fußbällen“ aufgeblasen werden. Das funktioniert nur im 16-Bit FITS-Format.

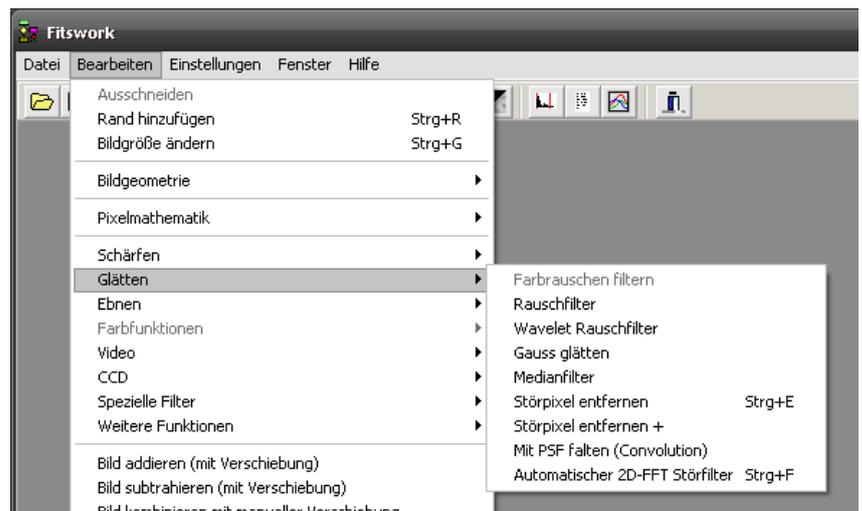
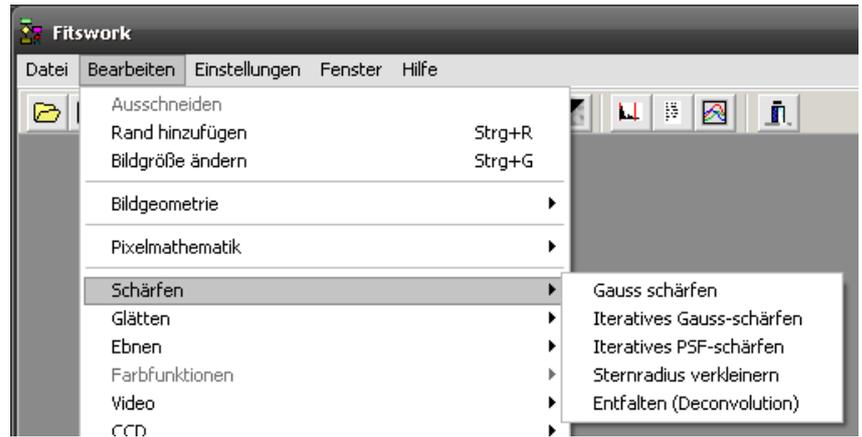
Das Logarithmieren ist in seiner Wirkung einer starken Erhöhung des Gamma-Werts ähnlich: Starker Kontrast in den dunklen Bildteilen, dagegen Abschwächung in den hellen Bildteilen, wodurch das Bild insgesamt heller wird und flauer wirkt.

Filter:

Die Filter Schärfen und Glätten sind für die Feinarbeit an den Bildern gedacht. Sie sollten auch ganz am Schluß nach allen anderen Korrekturen, wie dem Dunklebildabzug, der Summenbilderstellung und Farbkorrektur vorgenommen werden.

Bevor Sie einen der Filter anwenden sollte die Bildgröße auf 100% eingestellt werden. Nur so kann man wirklich eine Schärfung oder Glättung des Bildes beurteilen. Denn wenn man das Bild mit 200% oder 50% betrachtet wird das Ergebnis durch die Skalierung beeinträchtigt und unter Umständen falsch beurteilt und angewendet.

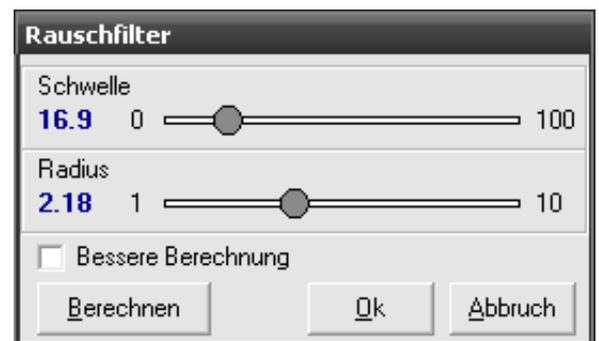
Leider gibt es bei der Anwendung der Filter kein generellen Rezept, welches Motiv optimal mit welchem Filter zu bearbeiten ist um ein gutes Endergebnis zu erhalten. Vorwiegend wird Gauss schärfen, Entfalten, Rauschfilter, Gauss glätten und Medianfilter verwendet.



Filter - Rauschfilter:

Der Rauschfilter ist das einfachste Instrument um das Restrauschen aus Summenbilder oder das Rauschen aus Einzelaufnahmen zu entfernen. Zuerst die Skalierung des Bildes auf 100% stellen, was man unten links im Bildrahmen umstellen kann.

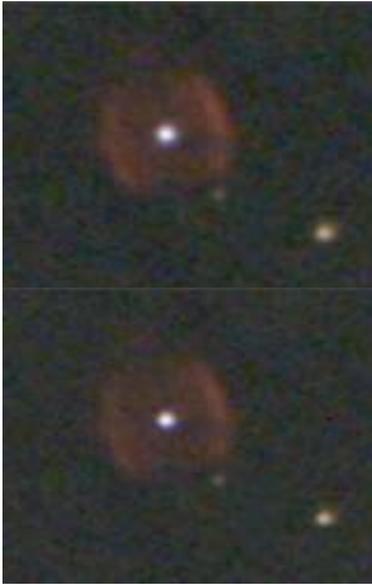
Dann ruft man den Filter über Glätten Rauschfilter auf. Dann gibt man den Schwellwert und den Radius an und drückt auf berechnen um eine Vorschau der Berechnung zu erhalten. Erst wenn OK geklickt wird die Berechnung auf das Bild angewendet.



Menüpunkt: Bearbeiten - Glätten - Rauschfilter

Filtern - Schärfen nach Gauß:

Man könnte die Filter in FitsWork ganz grob in zwei Gruppen unterteilen: Die erste Gruppe sorgt für eine Schärfung, die andere für eine Glättung.



Gauß schärfen:

Bestimmte Unschärfen sind aus ganz realen Gründen in praktisch jedem rohen Summenbild vorhanden. Diese haben meist eine typische Gaußverteilung.

Zu den 'Scharfmachern' gehört zunächst einmal der klassische Gauß-Filter. Dieser ist recht gut an dieses Problem angepaßt und liefert in der Regel recht gute Resultate, aber es gibt auch die berühmten Stolpersteine, wie in diesem Beitrag ausführlich beschrieben.



Sternradien verkleinern (Minimumfilter):

Der Minimumfilter, ein Spezialfilter in FitsWork, ist besonders effizient, wenn es darum geht, Sternradien zu verringern.

Mit diesem, auf im Prinzip punktförmige Lichtquellen spezialisierten Filter lassen sich bei korrekter Anwendung recht beeindruckende Resultate erzielen. Dieser Beitrag zeigt im Detail, wie das geht.

Filtern - Schärfen nach Gauß

Warum ausgerechnet Gauß? Ganz einfach: Unschärfen entstehen bei der Astrofotografie in den allermeisten Fällen dadurch, dass sich ein gedachter, scharfer Punkt (=Stern) bedingt durch das Seeing während der Belichtungszeit statistisch in alle Richtungen bewegt. Das Resultat ist eine gauß'sche Helligkeitsverteilung um diesen Punkt herum.

Nimmt man also die inverse Funktion dazu, einen 'Anti-Gauß-Filter' - das wäre eigentlich die korrekte Bezeichnung für diese Art der Schärfung, dann kann man bei guter Anpassung der Parameter diese 'gauß'sche Helligkeits-Fehlverteilung' deutlich verringern. Doch dieser Algorithmus wirkt auf alle Bildinhalte, das Restrauschen mit eingeschlossen, so dass hier in der Praxis enge Grenzen gesetzt sind.

Menüpunkt: Bearbeiten - Schärfen - Gauß

Filtern - Schärfen nach Gauß:

Radius zu groß!



Sterne bekommen einen dunklen Hof.

Der wichtigste Parameter beim gauß'schen Schärfen ist der Wirkradius oder - vereinfacht ausgedrückt, die Breite der 'Anti-Gauß-Kurve'. Ist diese zu groß, dann passiert genau das, was im Bild oben rechts zu sehen ist: Um den Stern herum bildet sich ein dunkler Hof, während der Stern selber übertrieben hell dargestellt wird.

Stärke zu groß!



Sterne bekommen einen dunklen Hof.

Ein Wirkradius von 1,5 Pixel ist bei diesem Zentralstern ziemlich optimal. Frohgemut drehen wir die Stärke bis zum Anschlag auf! Was passiert? Wieder bildet sich ein dunkler, aber deutlich kleinerer Hof um den Stern herum, der nun aber schon um einiges schärfer geworden ist und immer noch übertrieben hell dargestellt wird.

Stärke zu klein!

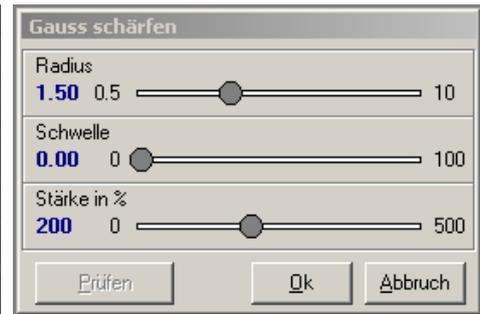


Schärfe nicht optimal.

Korrigieren wir die Stärke mal auf 100%. Doch jetzt ist die Wirkung etwas zu gering. Der Zentralstern könnte also etwas mehr 'Anti-Gauß' vertragen ohne dabei zum Überschwingen zu neigen.

Filtern - Schärfen nach Gauß:

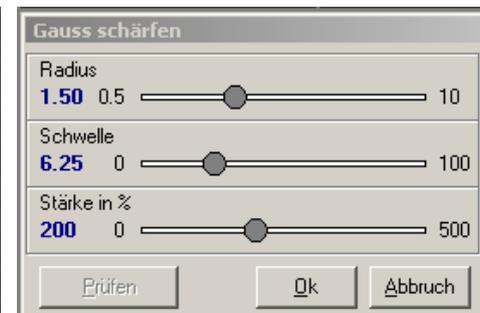
Stärke korrekt!



Schärfe optimal.

Also 200%. Jetzt paßt's. Doch schau wir mal etwas genauer hin. Zwar ist das Sternchen jetzt schön scharf, aber das Hintergrundrauschen wurde fröhlich mitgeschärft und fällt nun viel besser auf. Was wir bräuchten, wäre so eine Art 'Schwelle', unterhalb derer die Schärfung unterbleibt.

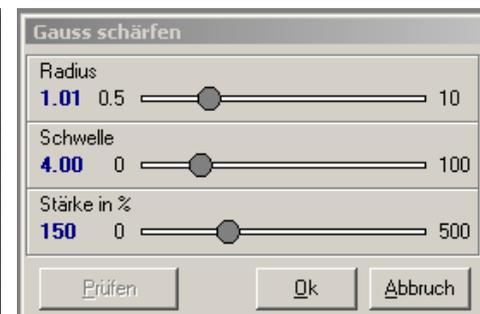
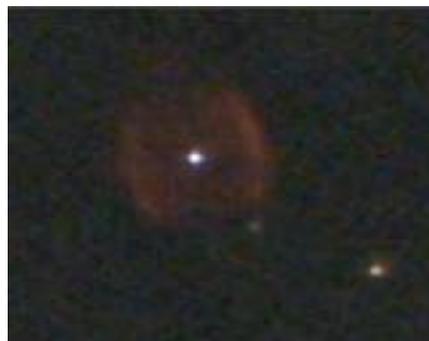
Schwellwert korrekt!



Rauschen wird kaum mitverstärkt.

Dieser Schwellwert kann in diesem Dialog ebenfalls definiert werden.

Gauß und Minimumfilter



Noch mehr Schärfe durch Kombination verschiedener Filter

Selbstverständlich können die verschiedenen Filter auch miteinander kombiniert werden, denn oft ergänzen sich die unterschiedlichen Filter auf wundersame Weise. Verkleinert man vorher den Sternradius mit Hilfe eines Minimumfilters, dann kann der Gaußfilter oft viel besser „angreifen“ und eine beachtliche Schärfe herstellen. Mit weniger Radius und geringerer Stärke.

Filtern - Entfalten:

Filtern - Entfalten (Deconvolution):

Die Entfaltung ist im Prinzip eine Verallgemeinerung der Schärfung nach Gauß, wie wir im folgenden sehen werden. Um zu verstehen, was da so vor sich geht, nehmen wir einfach mal ein Sternchen, von dem wir eigentlich nur einen Punkt sehen wollen. Durch verschiedene Einflüsse, etwa das Seeing, Nachführfehler, Kollimations- oder Komafehler wird dieser „Punkt“ zu einem unscharfen, etwas länglichen Gebilde „verwischt“. Durch die „Mathematik-Brille“ betrachtet, könnte man statt „verwischt“ auch sagen, dieser Punkt wurde mit einer wie auch immer gearteten Funktion - diese nenne ich jetzt lieber gleich „Matrix“ - gefaltet. Diese Faltungsmatrix wird auch als PSF (=Point Spread Function, zu Deutsch etwa „Punkt-Verwisch-Funktion“) bezeichnet.

An dieser Stelle wird langsam klar, auf was das Ganze hinausläuft: Wir brauchen etwas - eine geeignete PSF natürlich, um diese Art der Bildverfremdung wieder „rückgängig“ zu machen, zu „ent-falten“. Und genau sowas tut die Entfaltung auch! Leider gibt es gleich drei Haken an der sonst so genialen Idee:

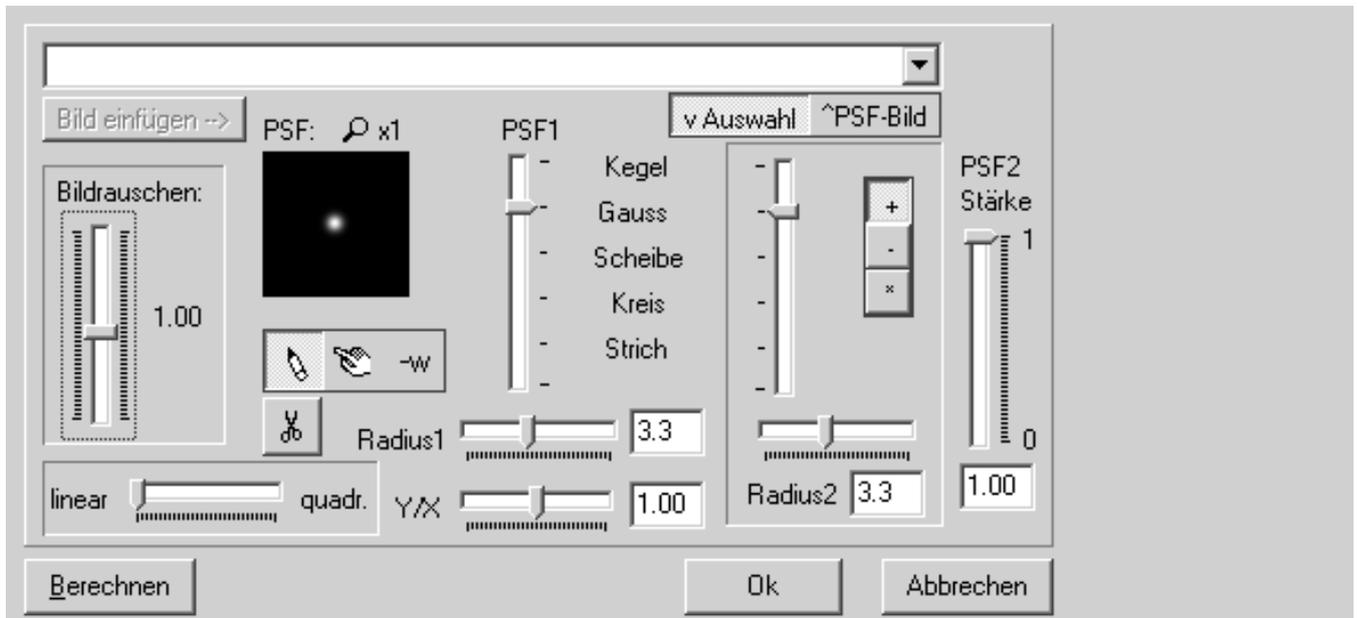
Die Grenzen der Entfaltung:

1. Wäre eine solche - für diesen einen Punkt natürlich optimale - PSF nicht ganz ideal für den Rest des gesamten Bildes.
2. Wird das Rauschen bei dieser Gelegenheit gleich mal „mitentfaltet“ und damit deutlich verstärkt, wobei feine Details darin einfach untergehen. Ein Grund dafür, dass in FitsWork die Entfaltung stets mit einem Rauschfilter kombiniert wird.
3. Wird die ideale PSF bei Farbbildern von Farbkanal zu Farbkanal stets unterschiedlich sein. Daher kann die Entfaltung ihre Wirkung am besten bei reinen Schwarz-Weiß-Bildern „entfalten“.

Die Entfaltung liefert oft erstaunlich gute Resultate, doch der Grad der Verbesserung hängt stark von der Qualität der PSF und in besonderem Maße auch vom „Rauschpegel“ der Aufnahme ab. Ist dieser zu groß, dann gehen feine Details darin unter und können auch mit diesem leistungsstarken Filter nicht wieder „hergezaubert“ werden.

Menüpunkt: Bearbeiten - Schärfen - Entfaltung (Deconvolution)

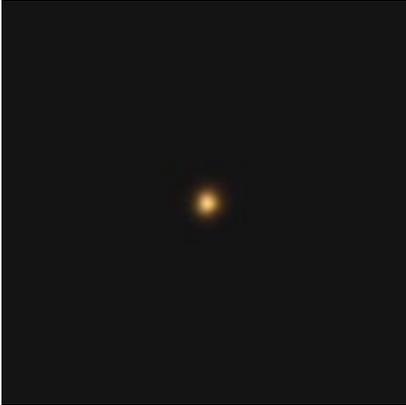
Der Dialog zur Entfaltung



Die Entfaltung ist in FitsWork - wie sollte es auch anders sein - sehr clever aufgebaut. Einerseits läßt sich eine solche, möglichst gut angepaßte PSF intern generieren, andererseits kann man eine solche PSF auch als externes Bild hinzuladen und auf das Bild anwenden. Je nachdem, was zu einem besseren Resultat führt. Der oben gezeigte Dialog ist „mausaktiv“, eine Reise mit der Maus über die Bedienelemente zeigt deren Sinn und Zweck.

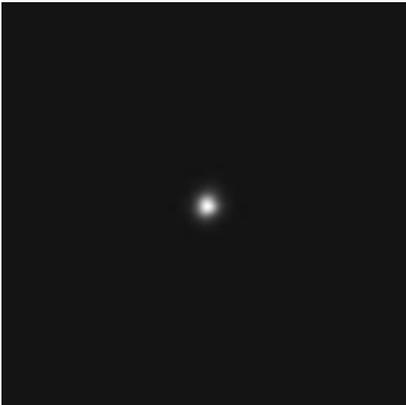
Filtern - Entfalten:

Ein Praxisbeispiel:



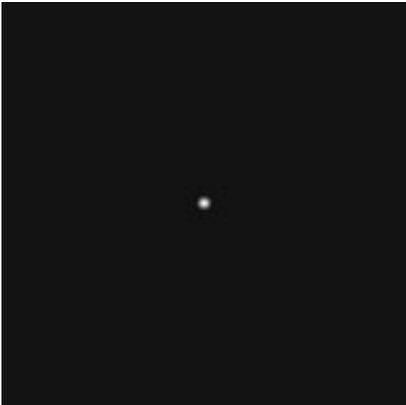
Lalande 21185 -Farbaufnahme-

Im Bild links ist das unbearbeitete Summenbild eines unserer nächsten stellaren Nachbarn zu sehen. Beachte die Unschärfe und die unsymmetrische Form des roten Zwergsterns. Hier hat das Seeing ganze Arbeit geleistet!



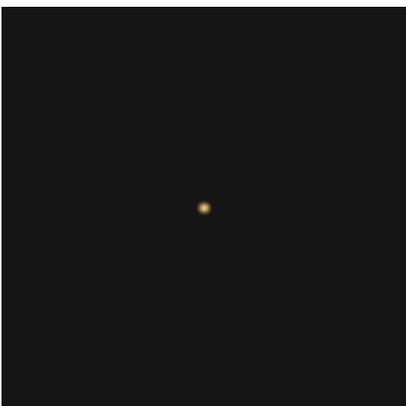
Lalande 21185 -Grünkanal-

Nun zerlegen wir das Bild in die drei Farbkanäle und nehmen den Grünkanal her, der natürlich diese Fehler ebenfalls besitzt. Ein 64×64 - Pixel - Ausschnitt aus diesem Schwarz-Weiß-Bild wird kopiert und das Hintergrundrauschen daraus entfernt. Der Hintergrundwert wird auf 0 gesetzt. Fertig ist die ideale PSF für ein späteres Entfalten...



Lalande 21185 -Grünkanal, entfaltet-

Die so gewonnene PSF wird als externes „Bild“ zur Entfaltung herangezogen. Nun ist das Sternchen knackscharf, und vor allem sind die Verzerrungen beseitigt.



Lalande 21185 -entfaltet, G-RGB-

Der Rest ist trivial: Aus dem entfalteten Grünkanal wird zusammen mit der unbehandelten Farbaufnahme ein G-RGB angefertigt. Ergebnis ist ein scharfes, unverzerrtes rotes Zwergsternchen...

Filtern - Glätten nach Gauß:

Filtern - Glätten nach Gauß

Wie kann man einen engen Doppelstern, der durch das Seeing fast nicht mehr getrennt werden kann, als perfekt getrenntes Paar darstellen? Ganz einfach - man setzt den Glättungsfilter nach Gauß ein!

Das klingt jetzt etwas verrückt, aber es ist trotzdem eine hervorragende Methode, die Helligkeitsschwerpunkte eines solchen Doppelsterns herauszuarbeiten, wie wir im folgenden sehen werden:

Menüpunkt: Bearbeiten - Glätten - Gauß



Kaitain - Summenbild

Dies ist das unbearbeitete Summenbild einer Aufnahmeserie im Infrarot von dem engen Doppelstern Kaitain (α PSC), der mit 1,8" Abstand unter den üblichen Bedingungen in Mitteleuropa nicht gerade leicht zu trennen ist. Gut zu erkennen ist nicht nur die Unschärfe, sondern auch ein heller Lichtsaum um das Paar herum.



Glätten nach Gauß

Nun kommt der Gaußfilter zum Einsatz. Mit geringem Radius soll das Bild leicht geglättet werden.



Kaitain - Summenbild geglättet

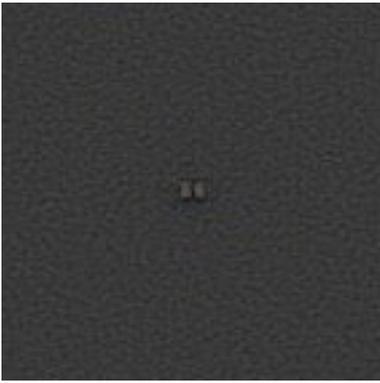
Ergebnis ist genau das, was wir nicht haben wollen, ein geringfügig unschärferes Abbild mit hellem Lichtsaum. Die Unterschiede zum Original sind jedoch äußerst gering - wer es schaffen sollte, den Unterschied aus diesem und dem ungeglätteten Original zu erspüren, dem kann ich nur zu seinen scharfen Augen gratulieren!.



Geglättetes Bild subtrahieren

Dieses „Fehlerbild“ ziehen wir nun vom Original ab, wir subtrahieren es. Dazu dient das Werkzeug Kombinieren, mit dem man auch Subtraktionen durchführen kann. Da FitsWork intern mit Fließkommazahlen arbeitet und eventuell auftretene negative Zahlen nicht zwangsläufig 'schwärzer als Schwarz' bedeuten, kommt dabei auch etwas darstellbares heraus - ein Differenzbild, das allerdings 'histogrammtechnisch' sehr stark gedehnt werden kann (und muß!!!). Dies führt zu einer gewaltigen Verstärkung der 'gewollten' Bildanteile aber auch zur Verstärkung der hochfrequenten Rauschanteile. Verschwunden ist jedoch der blaue Hintergrund und die leichte Streifigkeit..

Filtern - Glätten nach Gauß:



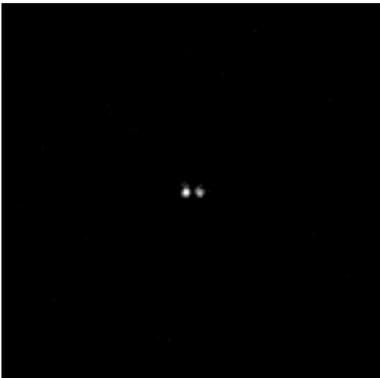
Oberen Wert begrenzen ('Rauschmaske')

Ein sehr probates Mittel, das Rauschen zugunsten der Komprimierbarkeit zu entfernen, ist das Anfertigen einer 'Rauschmaske' für einen späteren 'Rauschabzug'. Dazu muß man prinzipiell entscheiden, welche Helligkeitswerte noch zum Rauschen gehören, und wo das Signal beginnt. Entsprechend wird das Bild „oben“ auf diesen Helligkeitswert begrenzt (siehe Wertebereich)...



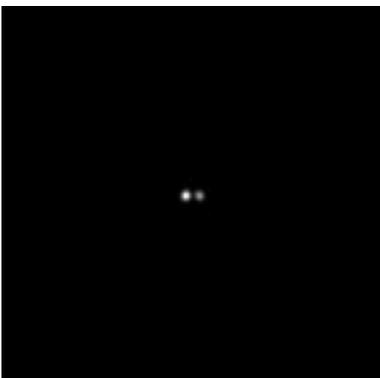
'Rauschabzug' durchführen

... und dieses vom dem verrauschten Bild abgezogen. Ergebnis ist nun dieser klar hervortretende Doppelstern ohne 'Hintergrundrauschen'. Da es sich aber ursprünglich um eine Infrarotaufnahme handelte, wäre jede Farbinformation fehl am Platze, also...



In Schwarz - Weiß umwandeln

... wird das Ganze noch in Schwarz - Weiß umgewandelt und....



Ergebnis leicht glätten

... die etwas eckigen Sternchen wiederum mit der Gauß'schen Glättung 'entgratet'. Fertig ist die fast perfekte Darstellung dieses engen Doppelsterns.

Im Prinzip ähnelt dieses Verfahren sehr stark der Unscharfen Maskierung, ist aber in jeder Bearbeitungsphase wesentlich besser zu steuern und daher für solche Fälle geeigneter.

Filtern - Medianfilter:

Beim Medianfilter werden die Pixel in der Umgebung des zu ersetzenden Pixels zur Berechnung herangezogen. Ergebnis ist immer eine Glättung, die besonders stark auf statistisch verteilte Helligkeitsschwankungen (Rauschen) wirkt, jedoch weniger auf Helligkeitssprünge wie scharfe Kanten oder helle Sterne.

Im Unterschied zum Mittelwert einer Umgebung wird hier der Median ermittelt. Dieser wird nicht etwa aus dem Mittelwert gebildet, sondern aus dem (geometrisch) mittleren Wert einer sortierten Liste. Klingt jetzt etwas verwickelt, ist aber im Grunde genommen ganz einfach. Folgendes Beispiel soll die Funktionsweise verdeutlichen:

Menüpunkt: Bearbeiten - Glätten - Median



Triton - ungefiltert

Dies ist eine leicht (16 ×) vergrößerte Aufnahme des Neptunmonds Triton. Fährt man mit der Maus darüber, dann werden die Werte von jeweils 9 Pixeln angezeigt. Oder anders ausgedrückt - der hellste Pixel mit dem Wert 252 und die 8 Nachbarn um ihn herum. Wir haben dort also die Werte 248, 235, 163, 248, 252, 183, 177, 183, 118 - zeilenweise gelesen.

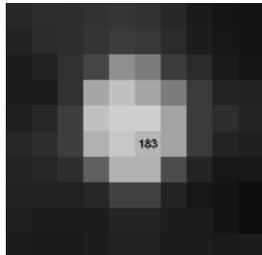
Das 'Median-Prinzip'

Die Zahlenreihe aus dem Beispiel oben wird nun einfach sortiert...

118, 163, 177, 183, **183**, 235, 248, 248, 252

...und aus der Mitte dieser Liste (rot markiert) derjenige Wert entnommen, durch den unser hellster Pixel mit dem Wert 252 ersetzt wird, also 183. Der Mittelwert wäre 201 gewesen. Auf diese Weise geht's zeilen- und spaltenweise über das komplette Bild, wobei ein neues Bild mit den auf diese Weise ersetzten Werten entsteht.

Selbstverständlich ist nicht nur ein „Neuner-Median“ möglich. Denkbar sind alle ungeraden Quadratzahlen 9, 25, 49, sowie selbige mit fehlenden 4 „Eckpixel“, also 5, 21, 45



Triton - Mediangefiltert

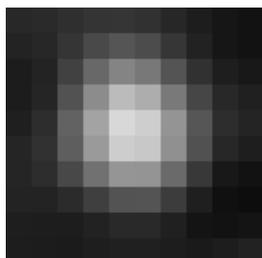
Ergebnis ist ein leicht geglättetes Abbild des Originals, wobei stark abweichende „Störpixel“ weit stärker gedämpft werden als etwa scharfe Kanten, wie wir im folgenden sehen werden.

Warum Median?

Nehmen wir doch einfach mal so einen Störpixel. Wenn wir uns dessen Umgebung anschauen, dann sehen wir folgende Zahlenreihe: 100 100 100 100 **255** 100 100 100 100

Sortiert ergibt das: 100, 100, 100, 100, **100**, 100, 100, 100, 255

wobei es stets die 100 (und nicht der Mittelwert 117) ist, die irgendwelche Werte ersetzt. Und weg ist unser Störpixel. Aber leider auch alle Sterne, die nur einen einzigen Pixel belegen, was allerdings recht selten ist.



Triton - Mittelwert-gefiltert

Zum Vergleich: Eine Glättung mit Mittelwerten liefert ein weicheres aber eben auch detailschwächeres Bild.

Der Medianfilter sollte mit Bedacht eingesetzt werden, denn er kostet unterm Strich Schärfe und Detailauflösung. Meist wird man es beim „5-er“ oder „9-er“ belassen, sofern keine nachträgliche Verkleinerung beabsichtigt ist.

Filtern - Wavelet:

Filtern - Wavelet

Die besondere Stärke des Wavelet-Filters beruht auf der Tatsache, dass diese Filterung auf 4 getrennte Frequenzbereiche („Layer“) wirkt und in diesen in seiner Stärke unabhängig voneinander einstellbar ist. Ebenso verhält es sich bei der Detailverstärkung, die vom Prinzip her auf einem Hochpaßfilter (Verstärkung der Helligkeitsänderung von einem Pixel zum nächsten) beruht.

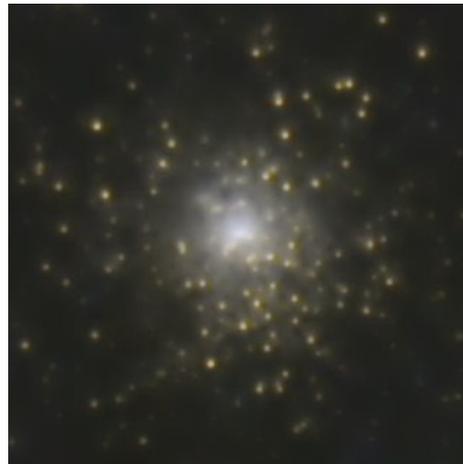
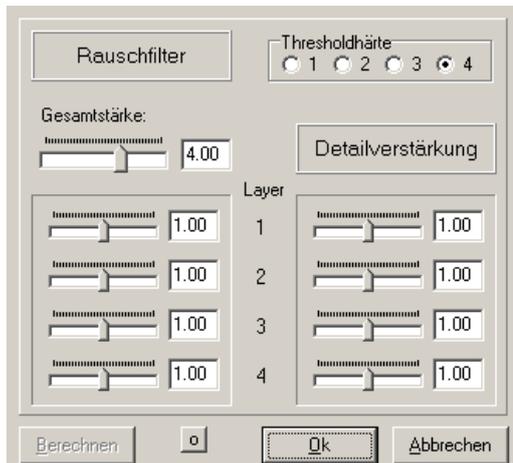
Menüpunkt: Bearbeiten - Glätten - Wavelet Rauschfilter

Der Wavelet-Filter ist jedoch nicht als „Wundermittelchen“ gegen verrauschte, unscharfe Aufnahmen aller Art anzusehen. Insbesondere bei DeepSky ist sein Einsatz - wenn überhaupt - nur mit äußerster Vorsicht zu genießen, wie im folgenden ausführlich gezeigt werden soll:



Am Beispiel dieser leicht verrauschten Aufnahme des M15 kann die Wirkungsweise des Wavelet-Filters besonders anschaulich demonstriert werden.

Filterung zu stark



Unvorsichtigerweise „drehen“ wir mal den Rauschfilter ordentlich auf. Die fatale Wirkung sehen wir im rechten Bild: Der Rauschfilter hat hier ganze Arbeit geleistet und nicht nur das „echte“ Rauschen gründlich beseitigt, sondern hat auch die meisten schwächeren Sterne als Rauschsignal erkannt und diese gleich mit „entsorgt“.

Filtern - Wavelet:

Schärfung „Layer1“

Also reduzieren wir die Wirkung des Rauschfilters und probieren mal die Detailverstärkung „Layer1“ aus. Diese wirkt nur auf hohe Frequenzen, was man auch im Bild rechts gut sehen kann: Alle feinen Strukturen werden verstärkt, dummerweise auch ein noch vorhandenes Restrauschen mit ähnlich feiner Körnung. Bei einer derart hoch eingestellten Detailverstärkung werden die Sterne leicht überschärft und bekommen dunkle Höfe. Insgesamt wirkt das Bild nicht mehr natürlich, es ist „überbearbeitet“.



Schärfung „Layer2“

Nun testen wir „Layer2“, die nächst niedrigere Frequenz. Die Schärfung wird nun grober, kräftiger, noch unnatürlicher. Dunkle Höfe um die hellen Sterne sind nun deutlich zu sehen.



Schärfung „Layer3“

Also probieren wir mal „Layer3“ aus, die nächst niedrigere Frequenz. Die Schärfung wird nun noch grober, noch kräftiger, noch unnatürlicher. Dunkle Höfe um die hellen Sterne sind nun nicht mehr zu übersehen. Insgesamt verliert das Bild bereits kräftig an Detail.



Filtern - Wavelet:

Schärfung „Layer4“

Auch wenn wir schon ahnen, wie es weitergeht - verstärken wir die Details in „Layer4“, die niedrigste Frequenz. Die Schärfung wird nun extrem grob, das Bild verliert derart viel Detail, dass man schon etwas raten muß, was es nun darstellen soll.



Bei reich „bestückten“ Sternfeldern - Kugelhaufen stellen da schon einen Extremfall dar - sind die hellen Pixel, die durch das Rauschen verursacht werden, kaum von jenen unterscheidbar, die den Photonen schwacher und selbstverständlich zufällig verteilter Sterne entstammen. Aus diesem Grunde versagt eine Rauschfilterung nach der Wavelet-Methode in aller Regel. In solchen Fällen ist eine vorsichtige, nur wenig rauschverstärkende Filterung nach der Methode der Entfaltung (Deconvolution) sinnvoller. Ganz anders ist die Situation bei flächigen Objekten, die auf Grund ihrer Natur keinerlei zufällig verteilte Lichtpunkte beinhalten.

Betrachten wir nun die Wirkung des Wavelet-Filters an einem völlig anderen „Motiv“, dem Mondkrater Erastothenes. Hier kann der Wavelet-Filter seine Stärken ausspielen, denn das Rauschen in diesem bereits stark geschärften Bild gehört ganz offensichtlich nicht dazu. Feine Details in dieser Aufnahme beschränken sich auf Grund der verwendeten Brennweite von knapp 3m „seeingbedingt“ auf ca. 3-4 Pixel. Alles, was noch feinkörniger ist, kann also getrost weggefiltert werden.



Korrekte Wavelet-Filterung

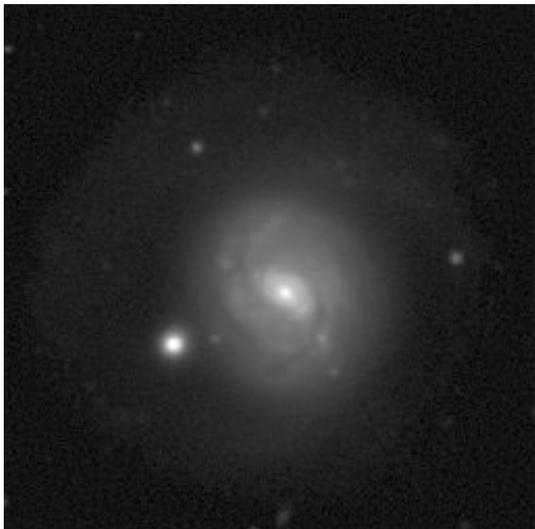
Aber aufpassen dabei! Nur allzu leicht wird die fließende Grenze zwischen Rauschen und feinen „legalen“ Details in der Aufnahme überschritten, worunter die Natürlichkeit der Aufnahme leidet. Die Filterung nach der Wavelet-Methode sollte also stets mit sehr viel Fingerspitzengefühl vorgenommen werden.



Fazit: Die Wavelet-Filterung eignet sich recht gut zur Reduzierung des Restrauschens nach vorhergehender Schärfung, wenn zur Aufnahme viel Brennweite verwendet wurde. Dies wird allgemein bei Sonnen- Mond- und Planetenaufnahmen der Fall sein. Bei Deepky-Aufnahmen wird man im allgemeinen mit weniger Brennweite arbeiten, außerdem sind hier mehr oder weniger üppige Sternfelder üblich, deren zufällig verteilte Lichtpunkte rechnerisch kaum vom Rauschen unterscheidbar sind.

Filtern - DDP:

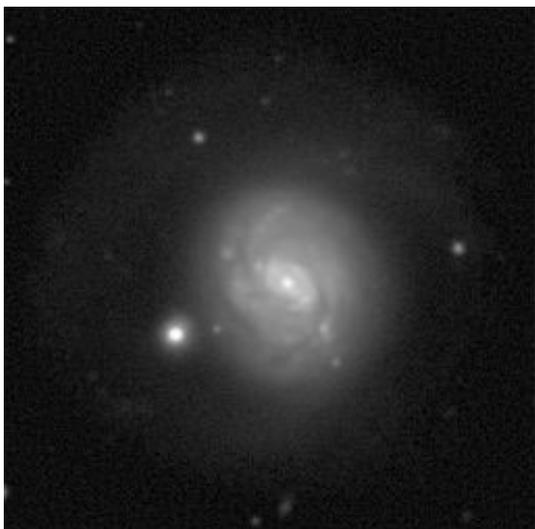
DDP ist ein sehr einfach zu bedienender Filter, der trotzdem äußerst wirkungsvoll ist, wenn es darum geht, ein Bild mit hoher Auflösung pro Pixel - 16 Bit und aufwärts - so zu bearbeiten, dass alle Details darin auch sichtbar werden. Anwendung findet dieser Filter besonders dann, wenn der Dynamikumfang des Bildinhalts besonders groß ist, was bei den meisten DSO, insbesondere bei fast allen Galaxien, der Fall ist.



Wirkungsweise:

Machen wir uns das einmal an folgendem Beispiel deutlich:

M77 besitzt einen extrem hellen Kernbereich, während die Helligkeit weiter außen stark abnimmt. Dazwischen liegen mehrere Zehnerpotenzen, so dass sich das linear nicht darstellen lässt. Nun kann man die Helligkeitsskalierung logarithmisch machen und den Gammawert erhöhen. Das funktioniert auch recht gut, hat aber einen Nachteil: Gerade da wo es hell ist, verliert das Bild an Kontrast, was auch einleuchtet, denn die Helligkeitskurve im Histogramm ist dort sehr flach. Was wir also brauchen, ist so eine Art „adaptiver Kontrast“, etwas, das die Helligkeitsverteilung flacher macht ohne den Kontrast in den hellen Bildteilen allzu sehr abzuschwächen.



Und genau das macht DDP. Nach sorgfältiger Einstellung der beiden Parameter, so wie weiter unten beschrieben lassen sich in den hellen Bildteilen deutlich mehr Details erkennen. Was sofort auffällt ist eine deutliche Verringerung des gesamten Zahlenbereichs einerseits und die Möglichkeit, den Gammaregler fast auf auf 1 drücken zu können, andererseits.



Bedienung:

Die Bedienung des DDP-Filters in FitsWork ist denkbar simpel: Nach Starten des Dialogs öffnet sich sofort ein weiteres Bildfenster, in dem bereits das gefilterte Bild zu sehen ist. Nun kann man den Schieberegler „Gammawert“ bedienen und sieht das Resultat gleich in Echtzeit. Die Abbildung links ist mausaktiv, eine Reise mit der Maus darüber wird den tieferen Sinn der einzelnen Bedienelemente sichtbar machen.

Bearbeiten - L-RGB:

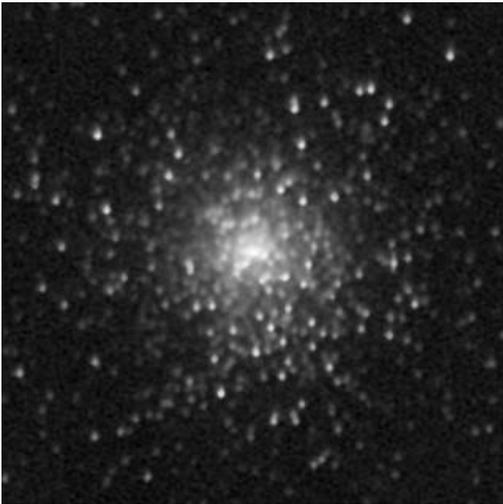
Ein häufiger Anwendungsfall ist das Erstellen eines L-RGB-Komposits: Eine scharfe, detailreiche Schwarz-Weiß-Aufnahme liefert die Hell-Dunkel-Informationen, während eine weniger scharfe Farbaufnahme die Farbinformationen liefert. Beide Aufnahmen lassen sich in FitsWork mit einem einzigen Mausklick zu einem L-RGB-Komposit kombinieren.

Menüpunkt: Bearbeiten - L+RGB Bild kombinieren auto. skaliert



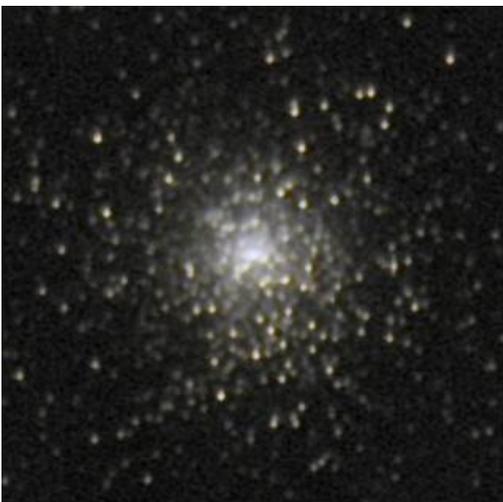
Farbaufnahme

Eine nur wenig geschärfte, leicht verrauschte Farbaufnahme wird in ihre drei Farbkanäle zerlegt...



Schwarz-Weiß, leicht geschärft

... die entstehenden Schwarz-Weiß-Bilder zwecks Rauschreduzierung miteinander kombiniert. Diese können nun eine leichte Schärfung „vertragen“.



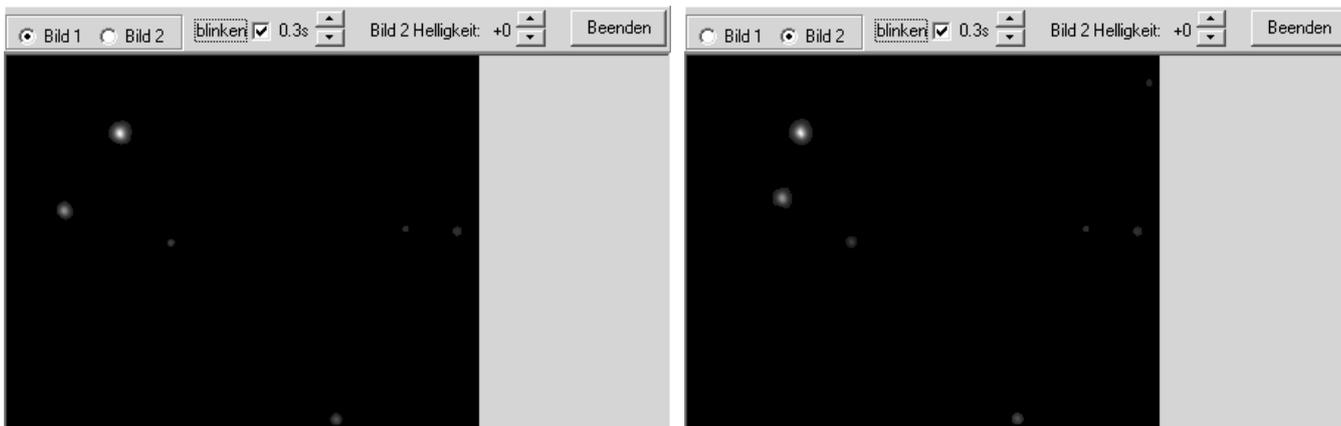
L-RGB-Komposit

Beide Bilder lassen sich nun mit einem einzigen Mausklick zu einem L-RGB-Komposit verarbeiten. Falls im Hauptfenster noch weitere Bilder vorhanden sind, dann wird automatisch ein kleiner Zwischendialog ausgeführt, über den sich der passende „Partner“ auswählen lässt.

Bearbeiten - Blinken:

In den „guten alten Zeiten“, als man noch mit chemischen Filmmaterial auf Asteroidenjagd ging, war dies die Methode der ersten Wahl. Man verwendete dazu einen „Blinkgenerator“, der abwechselnd die Ablichtungen zweier exakt ausgerichteter Regionen auf einen Schirm projizierte, wobei geringste Abweichungen sofort augenscheinlich wurden, die auf den Einzelaufnahmen im Gewimmel der Sterne völlig untergingen. Das Blinkwerkzeug in FitsWork übernimmt genau diese Aufgabe.

Menüpunkt: Bearbeiten - Bild - Blinken



So ist das Aufspüren eines Kleinplaneten, Pallas in diesem Beispiel, der sich scheinbar vor den Hintergrundsternen bewegt kein Problem mehr. Besonders nützlich ist dieses Werkzeug aber dann, wenn es darum geht, das Ergebnis zweier Bearbeitungsschritte direkt miteinander zu vergleichen. Unerwünschte Änderungen und „Nebenwirkungen“ der Bearbeitung fallen dann sofort auf.

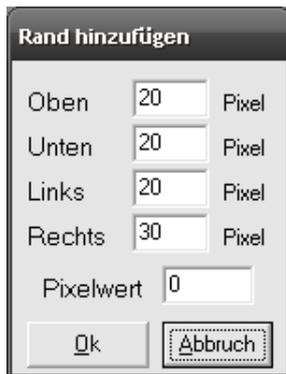
Die Bedienung des Dialogs ist recht einfach: Der Zeitabstand zwischen dem Wechsel der Bilder kann mit den beiden „Rauf-Runter-Tasten“ in 1/10-ten Sekundenschritten genau eingestellt werden. Außerdem kann das Blinken durch Anhaken des entsprechenden Kontrollkästchens gestartet und nach nochmaligem Klick darauf wieder gestoppt werden. Auch ein manuelles Umschalten ist möglich. Zum Ausgleich von eventuell vorhandenen Helligkeitsunterschieden kann „Bild 2“ mit zwei „Rauf-Runter-Tasten“ bezüglich seiner Helligkeit angepaßt werden.

Größenänderung:

Wie oft ist es notwendig das Bild in der Größe anzupassen oder dem Bild einen Rand hinzuzufügen für die Bildbeschriftung. In der Regel wird aber die Größenänderung nach der Bildbearbeitung vorgenommen. Generell gilt, dass ein Bild maximal 200% vergrößert und 25% verkleinert werden soll um keinen extremen Qualitätsverlust zu erhalten. Bei Bildern von DSLR-Kameras sollten die Bilder nach der Bearbeitung auf 60% verkleinert werden um auch die letzten Pixelfehler zu minimieren.

Menüpunkt: Bearbeiten - Rand hinzufügen <Strg> + <R>

Menüpunkt: Bearbeiten - Bildgröße ändern <Strg> + <G>



Rand hinzufügen:

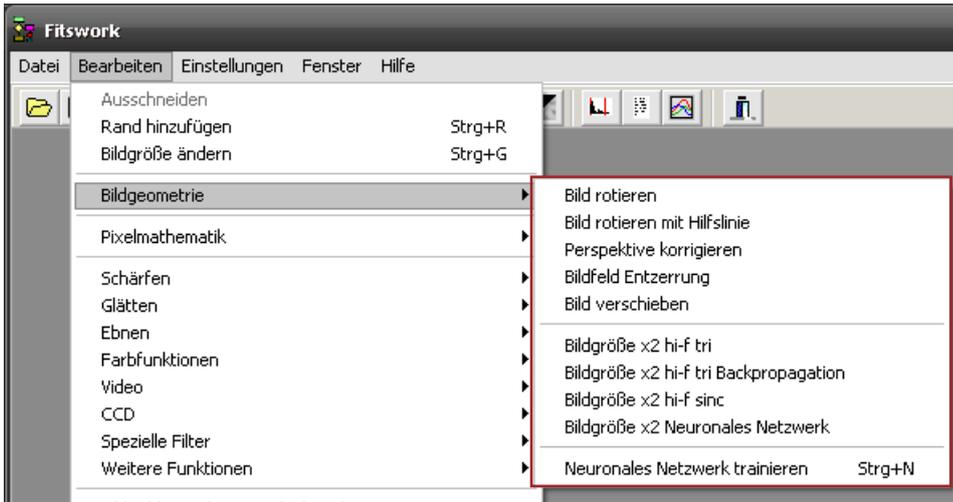
Jedem Bild kann ein Rand hinzugefügt werden. Der Rand wird durch Pixel an den entsprechenden Seiten hinzugefügt. Der Pixelwert gibt den RGB-Wert an, mit dem der Rand gefüllt wird. Mit 0 wird der Rand mit Schwarz gefüllt.



Größe ändern:

Die Größe kann mit einem Faktor vergrößert oder verkleinert werden. Man kann auch die Größe mit Änderung der Pixelzahl ändern. Die Berechnung bzw. Interpolation sollte für ein gutes Ergebnis immer auf bikubisch gestellt werden.

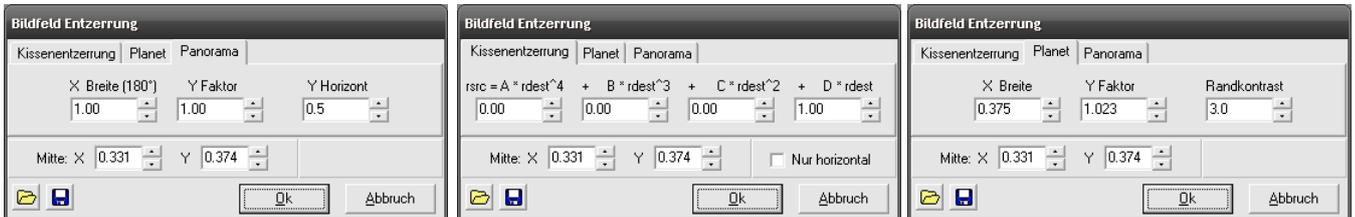
Bildgeometrie:



Hier kann man die Bildgeometrie der Datei ändern. Dabei kann man das ganze Bild oder auch nur einen Ausschnitt rotieren mit genauer Angabe des Winkels. Eine positive Grad-Zahl dreht nach rechts und eine negative Grad-Zahl rotiert entsprechend nach links.

Mit Hilfe zweier schiefen Linien im Bild, die markiert werden müssen, kann die Perspektive im Bild korrigiert werden.

Auf kann eine Bildentzerrung an der Datei vorgenommen werden. Hier hat man die Möglichkeit eine Kissenbildung, Planeten oder ein Panorama zu entzerren. Bei der Eingabe der Werte bekommt man gleich eine Vorschau des Ergebnisses. Für das optimale Ergebnis muß man mit den Werten experimentieren.



Als nächstes kann man auch eine der vier verschiedenen vordefinierten Skalierungsmethoden verwenden. Das Ergebnis ist stark vom eigentlichen Motiv abhängig. Daher ist auch hier ausprobieren gefragt. In der Regel verwendet man aber diese Skalierungsmethoden nicht.

Batch-Bearbeitung:

Die Batchbearbeitung in FitsWork wird auf beliebig viele Bilder in einem frei wählbaren Ordner angewendet. Die darin vorhandenen Bilder werden geladen, nach Vorgabe einer Bearbeitung unterzogen und anschließend in einem zweiten, ebenfalls frei wählbaren Ordner abgelegt. Die Bedienung des entsprechenden Dialogs ist sehr einfach, wie wir in den folgenden Beiträgen sehen werden.

Wenn die Funktion <Zur Zielfdatei addieren> in dem Batch nicht vorhanden ist, werden alle bearbeiteten Bilder einzeln wieder abgespeichert. Mit der Funktion <Zur Zielfdatei addieren> werden alle Bilder miteinander kombiniert und es wird nur am Ende der Bearbeitung eine einzige Datei erzeugt.

Schritt 1 - Dateiauswahl

Beim Start des Dialogs zur Batchbearbeitung gelangt man zuerst zum „Schritt 1“. Die Anfangsdatei (zB einer Serie) muss immer angegeben werden. Sie bestimmt auch den Ordner, wenn <Alle Dateien im Ordner> ausgewählt wird.

Eine Zielfdatei muss nur angegeben werden wenn man spezielle Namenswünsche hat, bestimmte Dateiformen als Ausgabe wünscht, oder wenn auf eine schon bestehende Datei nachträglich aufaddiert werden soll. Bei einer durchnummerierten Aufnahmeserie wählt man die Anfangsdatei aus. Es werden aufsteigend die Dateien abgearbeitet. Wenn man einige Bilder der Serie gelöscht hat kann man <Fehlende Dateien der Serie überspringen> auswählen damit alle Bilder bearbeitet werden.



Um Bilder mit ganz unterschiedlichen Namen zu bearbeiten wählt man <Alle Dateien im Ordner> aus. Die Anzahl der Bilder ist dann aber auf 1024 beschränkt.

Zielfdatei (keine Addition):

1. Keine Zielfdatei: die Bilder werden mit FW_ vor dem originalen Namen und als FITS Datei abgespeichert.
2. Zielfdatei: .BMP - die Bilder werden mit FW_ vor dem originalen Namen und als BMP abgespeichert. Der Wertebereich ist von 0 bis 255. Kleinere und größere Werte werden abgeschnitten.
3. Zielfdatei: .JPG - wie bei .BMP, die Komprimierung entspricht der aktuellen Einstellung im Menü.
4. Zielfdatei: .TIF - der Wertebereich liegt zwischen 0 und 65535. Wenn in den Speichern-Einstellungen automatisch skalieren angehakt ist wird das Bild automatisch auf diesen Bereich gestreckt.
5. Zielfdatei: .PNG - wie bei .BMP, die Bilder werden aber verlustlos komprimiert.
6. Zielfdatei: Name.FIT - die Bilder werden als Name0001.FIT mit fortlaufender Numerierung abgespeichert. Entsprechendes für die anderen Dateitypen.
7. Zielfdatei: Ordner\ - die Bilder werden im entsprechenden Ordner abgelegt.
8. Zielfdatei: Ordner\Name.BMP - entsprechendes mit anderer Namens und Typgebung.

Zielfdatei (mit Addition):

1. Keine Zielfdatei: Das Ergebnis der Addition (Summenbild) wird unter Zielbild.fit abgespeichert. Wenn die Datei schon vorhanden ist wird eine aufsteigende Nummer hinter Zielbild gehängt.
2. Zielfdatei: Name - Das Ergebnis wird unter Name.fit abgespeichert.
3. Wenn die Datei schon vorhanden ist wird eine aufsteigende Nummer hinter Name gehängt. Zielfdatei: Ordner\Name - Das Ergebnis wird im entsprechenden Ordner abgespeichert.

Das Summenbild wird immer als FITS Datei abgespeichert, nur so wird sichergestellt dass möglichst wenig Informationen verlorengehen.

Erst wenn diese Auswahl getroffen ist, dann wird die Schaltfläche „>“ zum Weitermachen aktiv. Danach kann man mit „Schritt 2“ fortfahren.

Batch-Bearbeitung:

Schritt 2 - Optionen

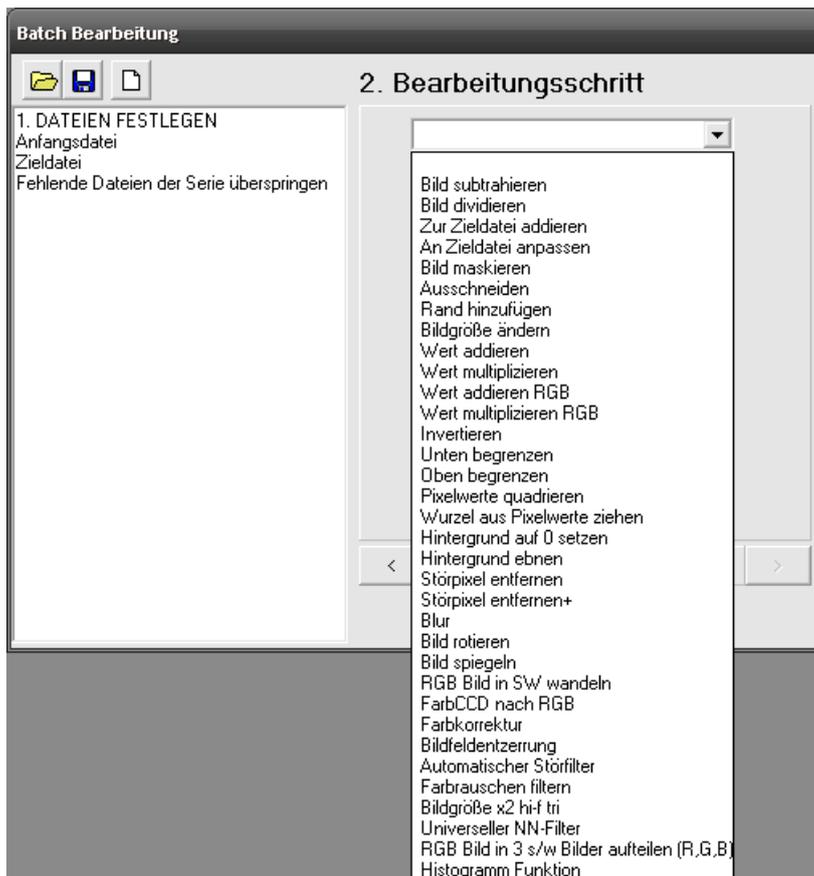
Nun kommen die einzelnen Bearbeitungsschritte. Beginnend mit „Schritt 2“ kann im einzelnen festgelegt werden, was mit den ausgewählten Bildern geschehen soll. Man sollte sich zu Beginn einen Plan aufstellen, welche Arbeitsschritte mit welchen Einstellungen nacheinander abgearbeitet werden sollen.

Wichtige Bearbeitungsschritte werden auf den folgenden Seiten mit Screenshot kurz erläutert.

Welche Optionen zur Batchbearbeitung zur Zeit verfügbar sind, zeigt dieses Bild rechts.

Mit der Schaltfläche „>“ geht's dann weiter zum „3. Bearbeitungsschritt“, dann zum „4. Bearbeitungsschritt“ und so weiter, bis der gewünschte Batch fertig ist.

Zum Schluß auf **Start** klicken und los gehts.



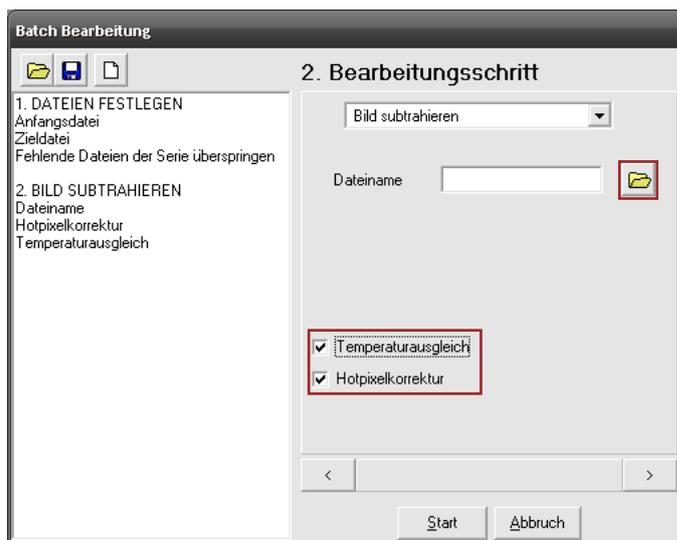
Wenn die Batchbearbeitung erfolgreich war, kann der komplette „Job“ als Textdatei ab gespeichert werden. Den Inhalt dieser Textdatei sieht man im hell hinterlegten linken Bereich des Dialogfensters, ist also im Prinzip selbst-erklärend. Will man die gleiche Batchbearbeitung später einmal wiederholen, braucht man diese Textdatei einfach nur noch zu laden. Dies geschieht mit den beiden Schaltflächen ganz links oben im Dialogfenster.

Option - Bild subtrahieren:

Hier kann man ein Dunkelbild (Masterdark) ausgewählt und subtrahieren, das ist normalerweise der erste Bearbeitungsschritt bei Rohbildern.

Temperaturnausgleich: Das Dunkelbild wird vor der Subtraktion so skaliert, dass ein möglichst kleines Rauschen entsteht. Es kann auch Probleme bereiten, siehe auch: Dunkelbild subtrahieren

Hotpixelkorrektur: Hotpixel werden durch Transparenz ersetzt, so werden sie bei der Kombination mit anderen Bildern nicht berücksichtigt. Wenn keine Bilder kombiniert werden (zur Zieldatei addieren) oder keine Verschiebung stattfindet wird der Wert des Hotpixels mit Nachbarpixeln interpoliert.

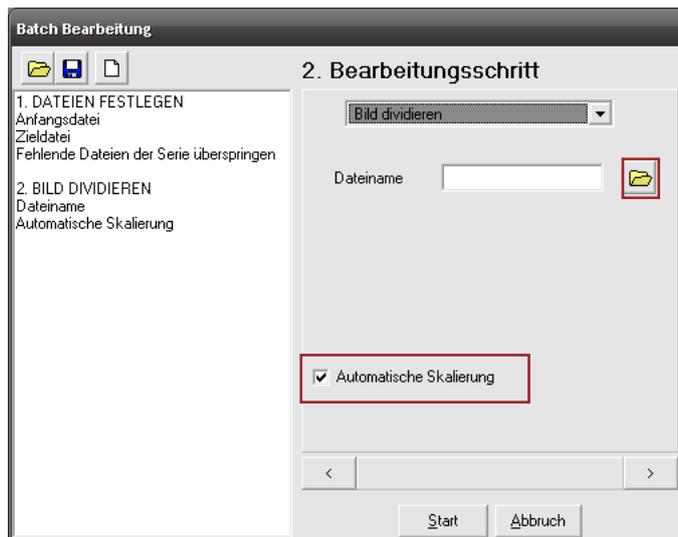


Batch-Bearbeitung:

Option - Bild dividieren:

Hier kann man ein Hellbild (Masterflat) ausgewählt und dividieren, das ist normalerweise der zweite Bearbeitungsschritt bei Rohbildern.

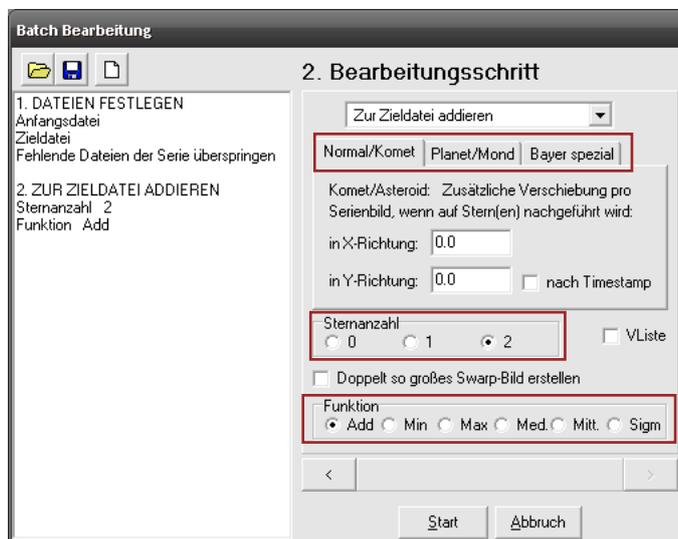
Automatische Skalierung: Mit dieser Option, die gewählt sein sollte wird das Masterflat auf das Rohbild skaliert.



Option - Bild addieren:

Das Addieren von Einzelbildern ist in der Astrofotografie eine gängige Methode zur Rauschreduktion bzw. Informationsgewinn und wird in der Regel von Programmen wie Giotto oder Registax weitgehend automatisiert durchgeführt. Doch es gibt auch Spezialfälle, für die letztgenannte Programme wenig geeignet sind:

Klassisches Beispiel: Von einem Sternhaufen mit einem Planetarischen Nebel darin wird eine Aufnahmeserie mit kurz belichteten Einzelaufnahmen gestartet. Als Teleskop steht aber „nur“ ein Dobson zur Verfügung, der während der Aufnahmeserie regelmäßig manuell „nachgeschubst“ werden muß. Bei der Sichtung der Einzelbilder wird man bemerken, dass die Sterne nicht nur „wandern“ und „zurückhupfen“, sondern sich auch ganz langsam nach rechts drehen. Dieser Effekt taucht bei allen azimutal montierten Teleskopen auf und wird „Bildfelddrehung“ genannt. Diese stellt Giotto & Co jedoch vor ein ernstes Problem, denn die Einzelbilder werden zwar hochgenau in x- und y-Richtung ausgerichtet, jedoch nicht zurückrotiert (was die Rechenzeit auch extrem verlängern würde).



Modus:

Normal/Komet: Normale Aufaddition von Bildern. Zusätzlich kann eine Pixelangabe gemacht werden, um die jedes Bild relativ zur normalen Verschiebung weiter verschoben wird. Man kann so Sterne markieren und auf einen Kometen aufaddieren, welcher selber zu lichtschwach ist um als Markierung zu funktionieren. Die Schrittweite kann man uA ermitteln, wenn man die Pixelabstände des Kometen relativ zu den Sternen vom ersten und letzten Bild der Serie ermittelt und durch die Anzahl-1 der Serienbilder teilt.

Planet/Mond: Kann man auch auswählen wenn man keine Sterne hat und eine Kreuzkorrelation wünscht.

Bayer spezial: Für noch nicht farbinterpolierte RAW-Bilder. Sinnvoll wenn man viele untereinander verschobene Bilder hat und eine gute Farbwiedergabe erreichen will. Das Rauschen ist etwas höher als bei einer normalen Aufaddition von schon interpolierten Bildern. Man kann zB ein LRGB aus normaler Aufaddition und dieser speziellen Methode machen. Die .fcm Datei erstellt man unter Bearbeiten:CCD:Farb-CCD zu RGB Bild.

Zu beachten ist, dass bei allen Drizzle-ähnlichen Verfahren wie der Bayer spezial Funktion sich der Himmelshintergrund der Einzelbilder immer auf dem gleichen Wertebereich befinden muss, wenn es also Helligkeitsunterschiede gibt sollte man vorher die Funktion <Hintergrund auf 0 setzen> anwenden.

Batch-Bearbeitung:

Sternanzahl:

- 0: Die einzelnen Bilder werden ohne Verschiebung aufeinander addiert.
- 1: Die Bilder werden vor der Addition verschoben. Man wird während der Batchverarbeitung aufgefordert einen Bereich im Bild zu markieren der zur Nachführung dient. Hierzu bitte auch beachten, was unter 2 Bilder addieren steht!
- 2: Hier werden die Bilder nach zwei Markierungen ausgerichtet, zB um eine Bilddrehung auszugleichen. Bei jedem Bild, welches addiert werden soll wird man gefragt, ob die Markierungen übereinstimmen. Wenn dies nicht mehr der Fall sein sollte, dann kann man die Markierungen auf dem Bild an die richtige Position verschieben.

Funktion:

- Add: Normale Addition der Bilder.
- Min: Es wird jeweils der kleinste Wert in der Serie ermittelt.
- Max: Der größte Wert wird ermittelt.
- Med: Hier wird der Median der Serie berechnet. Achtung: die eigentliche Berechnung findet erst am Ende der Verschiebungsbestimmung statt!
- Mitt: Es wird der größte und der kleinste Wert verworfen und der Rest gemittelt. Auch hier findet die eigentliche Berechnung erst zum Schluss statt.
- Sigm: Sigma clipping, es werden nur die Werte verworfen welche statistisch eine bestimmte Grenze überschreiten, die restlichen Werte werden gemittelt. Auch hier findet die eigentliche Berechnung erst zum Schluss statt.

Wenn man die Bilder mit einem oder zwei Sterne verschiebt, kann man noch die Funktion <doppelt so großes Swarp-Bild erstellen> auswählen. Hier wird zusätzlich ein Bild mit einem speziellen Verfahren erzeugt, welches bei sehr scharfen Bildern eine hohe Auflösung erreichen kann.

Auch hier ist zu beachten, dass bei allen Drizzle-ähnlichen Verfahren wie der Swarp Funktion sich der Himmels-hintergrund der Einzelbilder immer auf dem gleichen Wertebereich befinden muss, wenn es also Helligkeitsunterschiede gibt sollte man vorher die Funktion <Hintergrund auf 0 setzen> anwenden.

Mehr Aktionen sollte man im Batch-Betrieb nicht anwenden lassen, denn je mehr Bearbeitungsschritte angewendet werden, desto eher können Fehler entstehen, die später nur Aufwendig oder garnicht beseitigen lassen. Eine Farb- oder Histogrammkorrektur sollte im Batch nicht angewendet werden, denn es ist besser die Optimierung mit den Einstellungen individuell anzuwenden. So kann man gleich das optimale Ergebnis beurteilen.

Weitere Optionen:

Man kann sich auch einzelnen Optionen als Batch anlegen um einen Arbeitsschritt auf ein Verzeichnis und die darin enthaltenen Bilddateien anzuwenden.

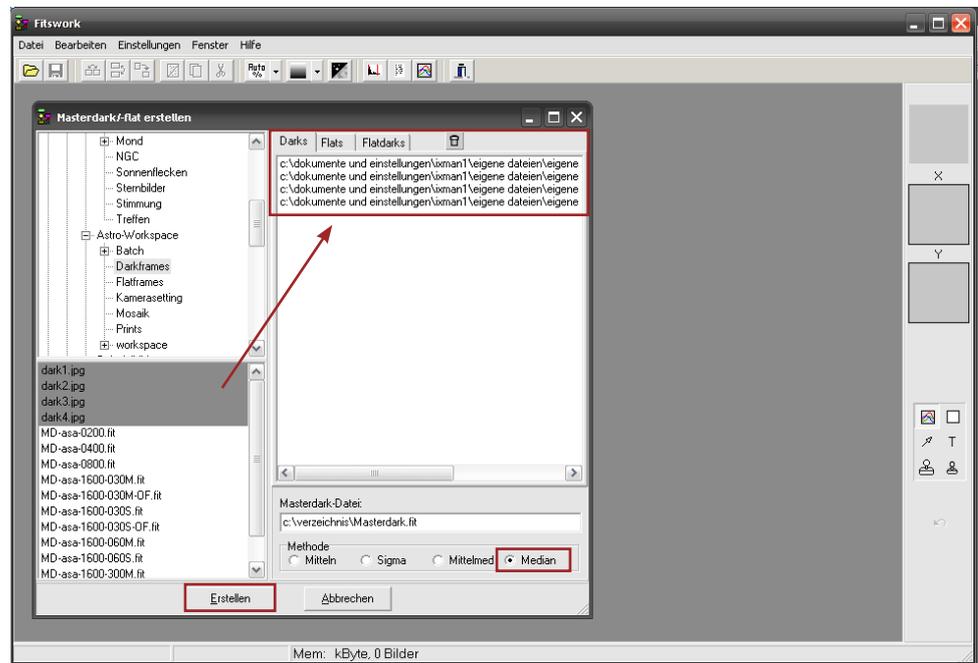
Aus der Praxis:

Nun kommt noch eines Arbeitsablaufes, mit dem DSLR-Aufnahmen bearbeitet werden können. So wird alles etwas anschaulicher. Wie schon erwähnt verzichtet man bei einer mobilen DSLR-Konfiguration auf den Einsatz von Flats. Es kommt nur das Masterdark zum Einsatz.

Wichtig: Bevor RAW-Dateien verarbeitet werden sollte über die Menüleiste Laden - RAW Bilder interpolieren deaktiviert werden (kein Haken davor)

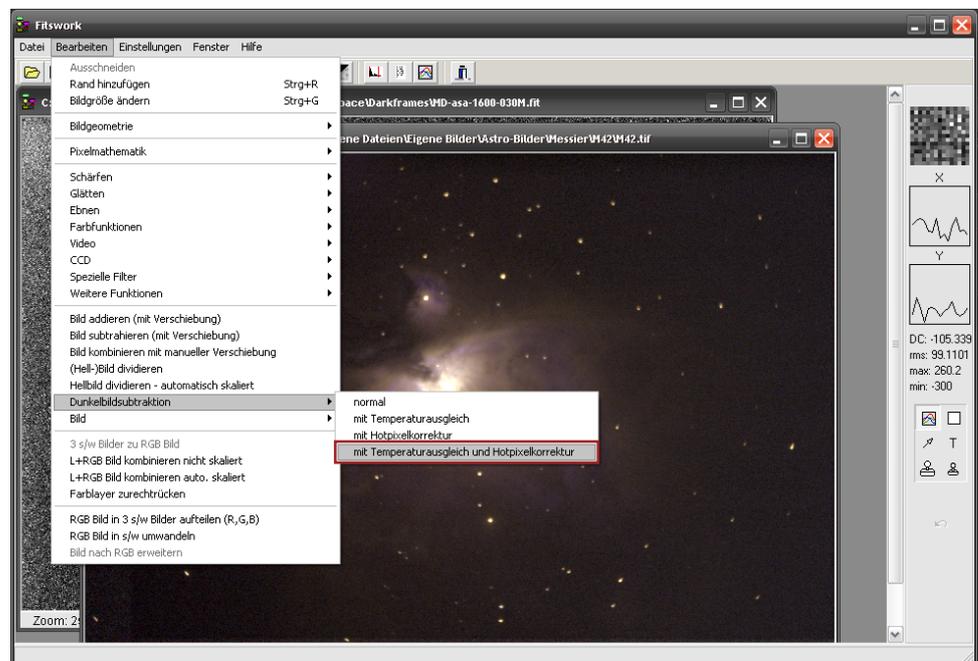
Schritt 1: Masterdark erstellen:

Über Datei die Funktion **Masterdark/-flat erstellen**. Alle Darks auswählen und per Drag and Drop in das Fenster Dark ziehen. Die Option Median auswählen und das Ausgabeverzeichnis für das Masterflat angeben und auf **<Erstellen>** klicken.



Schritt 2: Masterdark subtrahieren:

Nun öffnet man das Masterdark und das Rohbild und achtet darauf, dass das Rohbild vorne steht. Dann über **Bearbeiten - Dunkelbildsubtraktion - Mit Temperaturausgleich und Hotpixelkorrektur** auswählen. Nun erhält man ein brauchbares Nutz-Signal.



Aus der Praxis:

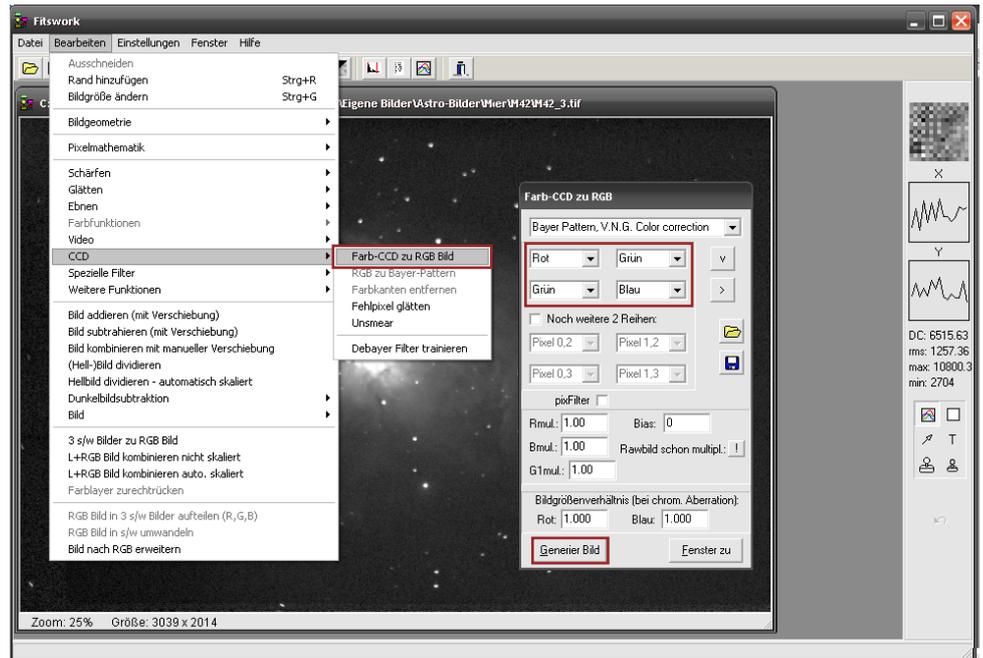
Schritt 3: CCD > RGB (nur bei RAW-Dateien):

Wenn das Rohbild eine RAW-Datei war muß nun noch eine Konvertierung in RGB erfolgen.

Über die Funktion **CCD - FarbCCD zu RGB** Bild die Konvertierung einstellen. Die Anordnung der Farbpixel in der 4Pixel-Matrix:

ROT - GRÜN
GRÜN - BLAU

So erhalten wir ein kalibriertes Rohbild, welches wir abspeichern unter dem Dateinamen: Cal-Rohbild1.

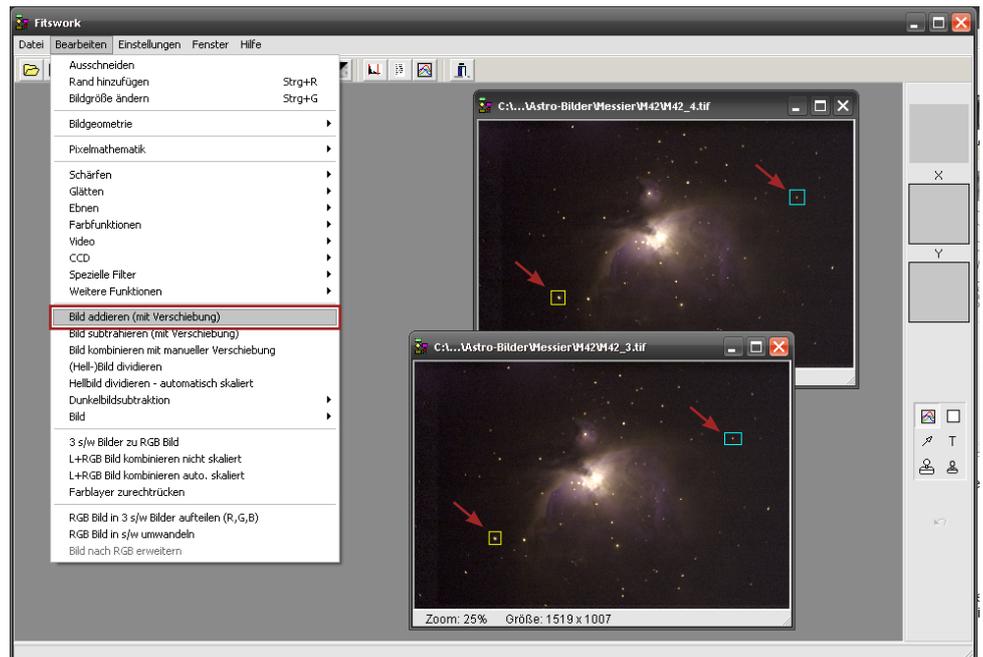


Jetzt haben wir ja noch mehr Aufnahmen vom gleichen Objekt gemacht, welchen auf die gleich Art zu bearbeiten sind. Die Nummerierung der Bildbezeichnung sollte aufsteigen weitergeführt werden.

Schritt 4: Summenbild erstellen:

Cal-Rohbild 1 und 2 öffnen und in jedem Bild die gleichen Sterne auswählen. Die Sterne dienen als Register für die Addition.

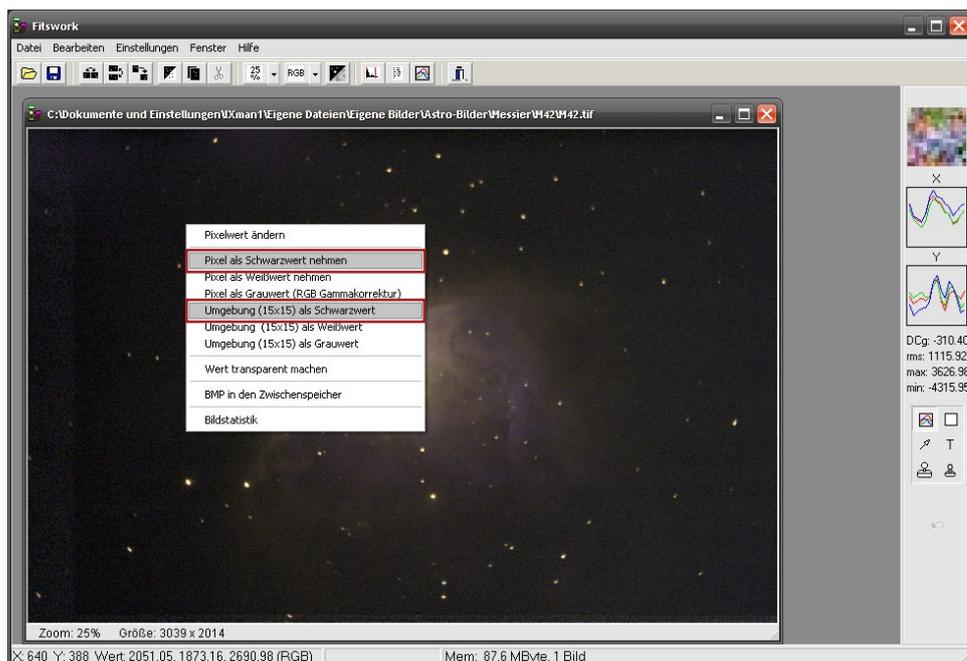
Nun **Bild addieren (mit Verschiebung)** wählen und die zwei Aufnahmen werden addiert und ein neues Bild entsteht. Jetzt schließt man die zwei ersten Bilder und öffnet das Bild 3 und wiederholt den Vorgang, bis alle Bilder zu einem Summenbild zusammengesetzt wurden.



Aus der Praxis:

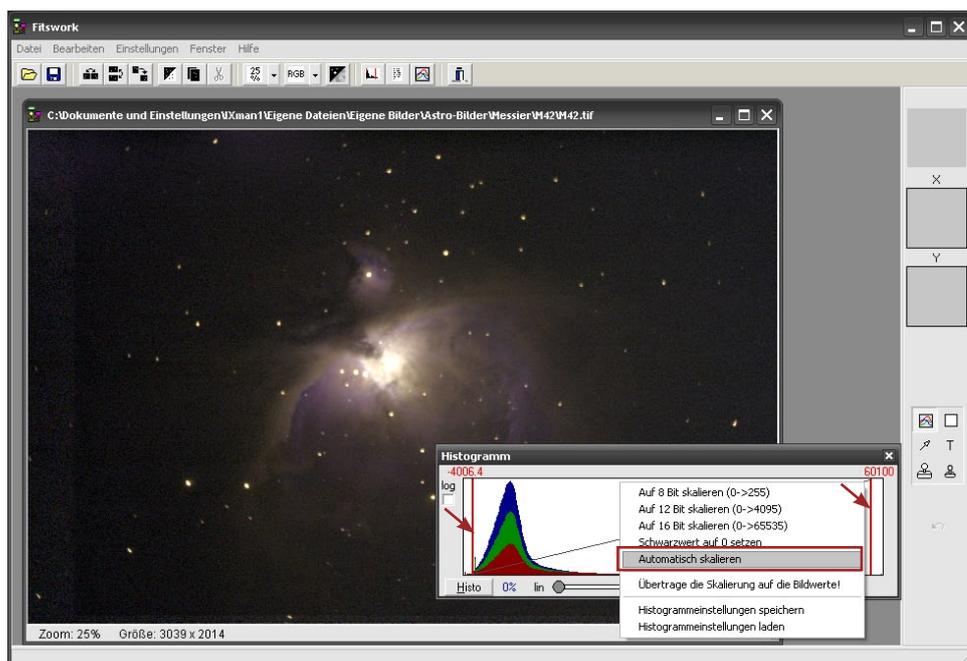
Schritt 5: Schwarzwert:

Jetzt hat man zwei Möglichkeiten weiterzumachen. Entweder man stellt den Schwarzwert manuell ein oder man paßt über das Histogramm das Bild an. Der Schwarzwert kann angepaßt werden, indem man mit der rechten Maustaste auf einen dunklen Bereich im Bild klickt und entweder die Option **Pixel als Schwarzwert nehmen** oder **Umgebung (15 x 15) als Schwarzwert**



Schritt 6: Histogramm:

Man öffnet das Histogramm und kann jetzt entweder die zwei Roten Balken an den Anfang und das Ende der Kurve schiebt oder man wählt über die rechte Maustaste die Option **Automatisch skalieren** aus.



Schritt 7: Farbkorrektur:

Jetzt kann man Farbkorrekturen vornehmen. Hier hat man nun die Qual der Wahl die richtige Optimierung zu finden. Am besten ist man experimentiert mit den Möglichkeiten etwas herum, bis das Ergebnis zufriedenstellend ist.

Schritt 8: Schärfen und Filtern:

Auch beim Einsatz von Filtern und Schärfen sind die Einstellungen Motivabhängig. Am besten ist man experimentiert mit den Möglichkeiten etwas herum, bis das Ergebnis zufriedenstellend ist.

Spezial-Funktionen:

Genereller Hinweis:

Bei der Bildbearbeitung gibt es meistens ein Fenster, in dem man die Parameter einstellen kann. Entweder werden die Einstellungen im neuen Bildfenster direkt sichtbar, oder es gibt einen Knopf der berechnen oder prüfen heißt. Sollte dieser Knopf anwählbar sein, dann muss man ihn zuerst anklicken, um die Einstellungen sichtbar zu machen. Wenn man ok drückt, dann erhält man das Bild genau so, wie es gerade angezeigt wird - es wird nicht neu berechnet.

Bei den meisten Funktionen kann man auch nur einen Teil des Bildes berechnen, in dem man mit der Maus einen Bereich im Bild markiert. Das kann man auch für eine schnelle Vorschau der Funktion nutzen. Will man wieder das ganze Bild bearbeiten, kann man mit Rechtsklick im Bild oder auf der Markierung diese wieder entfernen. Dann muss man das Bild noch neu berechnen.

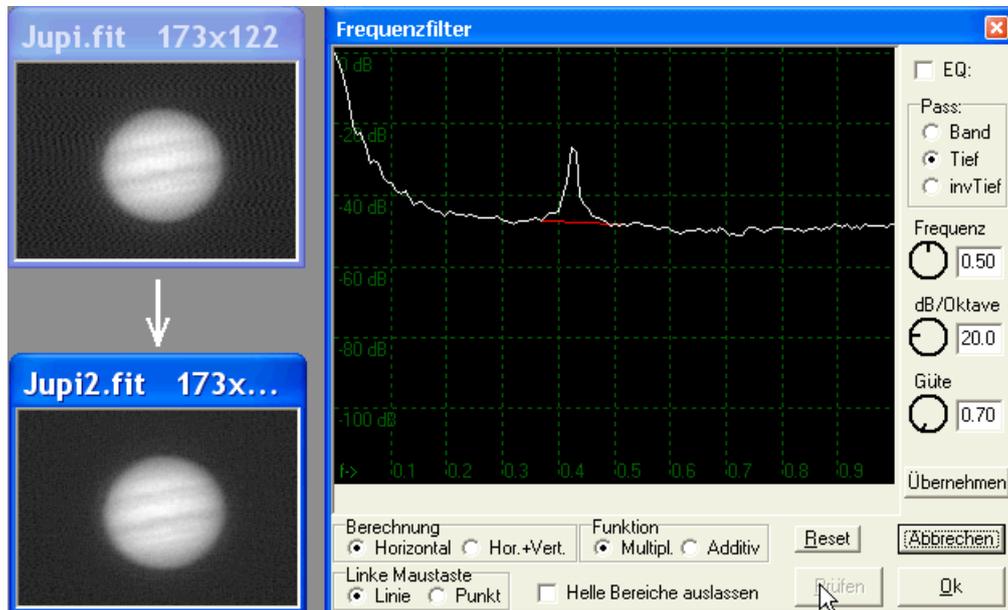
Frequenzfilter:

Bei den Frequenzfiltern wird das Bild mit Hilfe der schnellen Fouriertransformation in den Frequenzraum überführt. Im Diagramm ist dann das gemittelte Frequenzspektrum dargestellt (links niedrige, rechts hohe Frequenzen), welches man verändern kann.

Menüpunkt: Bearbeiten - Spezieller Filer - Frequenzfilter

1. Beim einfachen Frequenzfilter wird nur das horizontale Spektrum gezeigt und die Veränderungen wirken auch nur horizontal, bzw wenn man Hor+Ver eingestellt hat zusätzlich vertikal - aber jeweils getrennt voneinander.
2. Beim 2D Frequenzfilter wird das gesamte Spektrum des Bildes über den Radius zur kleinsten Frequenz gezeigt und Veränderungen wirken sich entsprechend auf das ganze Bild aus.

Der einfache Frequenzfilter ist gut geeignet, um Störsignale herauszufiltern, die zB durch Einstreuungen in das Signal einer Videokamera oder Webcam entstehen können. Dazu muss man nur die Peaks im Spektrum durch eine gerade Linie (rot) ersetzen. Dies ist dann der neue Frequenzverlauf im Bild.



Mit dem 2D Frequenzfilter kann man den gesamten Frequenzverlauf im Bild beeinflussen, um zB die Schärfe anzuheben oder gezielt Überschärfungen so abzusenken, dass ein einheitlicher Bildeindruck entsteht und eventuelle Überschwinger verringert werden. Um Störsignale im 2D Frequenzraum zu beseitigen, kann man den automatischen 2D Frequenzfilter ausprobieren, den man im Menü Glätten findet.

Man muss bei den Frequenzfiltern darauf achten dass der Helligkeitsverlauf im Bild linear ist. Sonst kann man bei hohen Gammawerten in den hellen Bildstellen Störungen bekommen, welche man eigentlich beseitigen will. Eine vorherige Quadrierung der Bildwerte kann in diesem Fall für bessere Resultate sorgen.

Spezial-Funktionen:

Larson-Sekanina Filter:

Dieser Filter ist besonders für Kometenaufnahmen gedacht, um feine Details aus der Koma des Kometen sichtbar zu machen. Bevor man die Funktion aufruft, muss man den Kometenkern markieren (Rechteck darum genügt). Die Funktion differenziert das Bild einmal radial um den Kometenkern und einmal in Abhängigkeit des Winkels. Man kann die Abstände für die Differenzierung jeweils einstellen, je nachdem wie groß die Strukturen sind, die man hervorheben will. Die radiale Differenz macht zB Unterschiede im Gasausstoß deutlich, wie sie uA bei Drehungen des Kometen auftreten. Mit der Differenz beim Winkel werden die geraden Strahlen hervorgehoben.

Menüpunkt: Bearbeiten - Spezieller Filer - Larson-Sekanina Filter

JPEG Artefakte reduzieren:

Menüpunkt: Bearbeiten - Spezieller Filer - JPEG Artefakte reduzieren

Beseitigt die Blockstrukturen bei stark komprimierten JPEG Bildern. Der Filter sollte möglichst gleich nach dem Laden des Bildes angewandt werden. Die Qualitätsangabe für den Filter sollte der JPEG Qualität entsprechen, höhere Werte haben eine kleinere Wirkung zur Folge, kleinere Werte glätten das Bild mehr, was aber auch größere Verluste mit sich bringt.

Beispiel für die Filterung eines Bildes mit der JPEG Qualität 10 (von maximal 100) und den Filter auf Stufe 8.



Deconvolution:

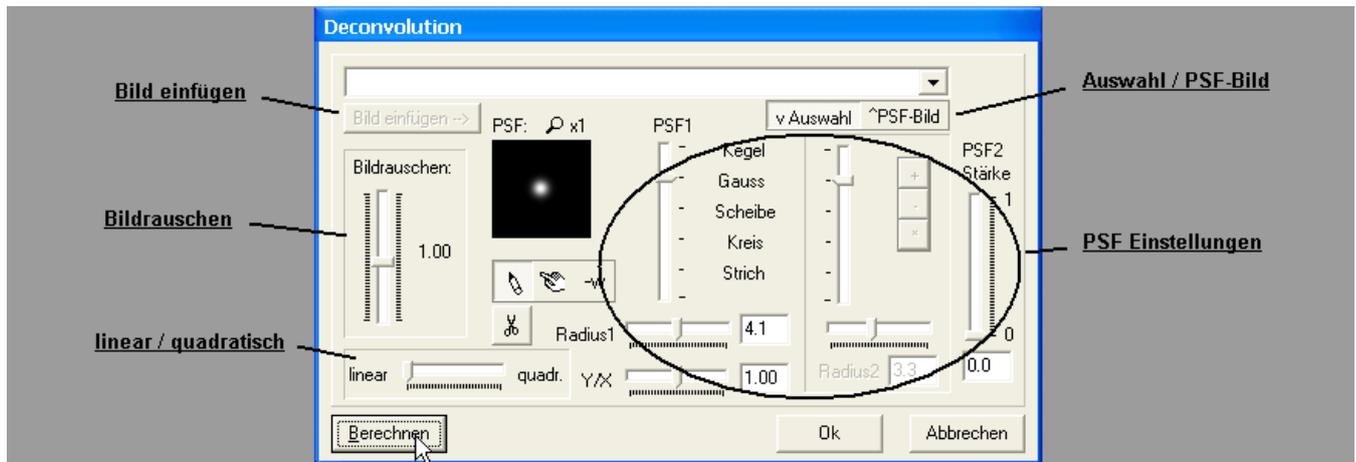
Menüpunkt: Bearbeiten - Spezieller Filer - Deconvolution

Das Verfahren ist eine einfache Entfaltung und gleicht dem Wiener-Filter. Die vereinfachte Formel ist: $O=I/(PSF+N)$, wobei O das erwünschte Originalbild, I die Bildvorlage ($O*PSF+N$), PSF die Unschärfe, und N das Rauschen in der Bildvorlage ist. Es wird dabei im komplexen Frequenzraum gerechnet. Dabei hängt es neben einer exakten PSF vorwiegend vom Rauschen ab, wie groß die Verbesserungen ausfallen können.



Spezial-Funktionen:

Bei verrauschten Bildern darf man keine Wunder erwarten, hohe Frequenzen sind sozusagen im Rauschen verlorengegangen und können nicht mehr wiederhergestellt werden. Mit iterativen Verfahren sind oftmals noch weitere Verbesserungen möglich, dabei werden neue hohe Frequenzen erzeugt, die aber nicht immer mit dem Originalmotiv übereinstimmen müssen.



Auswahl / PSF-Bild:

Man kann sich entweder selber eine PSF „zusammenbauen“ (Auswahl), oder ein eigenes Bild aus der oberen Liste auswählen. Dabei kann das Bild auch farbig sein, während die eigene PSF aus Einfachheit in s/w gehalten ist und so bei Farbbildern die einzelnen Farbkanäle gleich behandelt werden.

Bild einfügen:

Wenn man eine PSF als Bild hat, aber Veränderungen mit den Malwerkzeugen vornehmen will, kann man die PSF in der Liste auswählen und dann <Bild einfügen> klicken. Die PSF wird nach s/w gewandelt und wird im Fenster für die PSF angezeigt. Um die veränderte PSF zu benutzen, muss rechts/oben <Auswahl> angewählt werden. Man darf aber nur die Malwerkzeuge benutzen, wenn man die Schieberegler für die PSF verstellt, wird wieder eine eigene PSF berechnet! Der Wirkradius der Malwerkzeuge hängt von der Vergrößerung der PSF ab (Lupensymbol anklicken). Mit einem Rechtsklick auf den <-W> Knopf kann man noch auswählen, ob negative Werte beim Verändern zugelassen werden.

PSF Einstellungen:

Hier kann man sich eine PSF zusammenstellen, beim Verstellen werden aber Veränderungen, die man mit den Malwerkzeugen gemacht hat, wieder überschrieben! Die PSF ist sozusagen die „Verschmierfunktion“, also wie ein Bildpunkt des originalen Motivs auf die umliegenden Bildpunkte im vorliegenden Bild verteilt worden sind. Das Ergebnis hängt entscheidend von der genauen Nachbildung der PSF ab, wobei es bei stärkerem Rauschen auch mal vom Vorteil sein kann, wenn man den Radius etwas kleiner macht um „Ringing“ zu vermeiden. Um die erste PSF noch mit der zweiten PSF zu überlagern, muss man einfach die Stärke für die zweite PSF größer als 0 machen und kann dann die Einstellungen vornehmen.

Bildrauschen:

Das Bildrauschen wird vom Programm geschätzt und wird als 1 normiert dargestellt. Wenn beim Ergebnis das Rauschen zu stark sein sollte, kann man durch eine Erhöhung des Rauschanteils die Verstärkung herabsetzen. Anders herum kann man durch eine Verkleinerung der Abschätzung des Rauschens die Wirksamkeit des Filters noch steigern.

linear / quadratisch:

Nach der Berechnung kann man die Veränderungen im Bild nichtlinear gewichten, was sich manchmal positiv auf den Gesamteindruck auswirken kann. Außerdem werden neue hohe Frequenzen erzeugt, welche ein iteratives Verfahren ermöglichen, wozu ich die Funktion eigentlich verwenden wollte, aber noch nicht umgesetzt habe. Vielleicht kommt das noch.

Berechnen

muss man übrigens immer drücken, wenn man die Auswirkungen von neuen Einstellungen sehen will, die einzige Ausnahme ist <linear/quadr.>, wo man die Veränderung sofort sieht, die sich aber nur auf die letzte Berechnung bezieht.

Spezial-Funktionen:

Bildgröße x2 NN:

Menüpunkt: Bearbeiten - Bildgeometrie - Bildgröße x2 NN

Diese Funktion benutzt ein neuronales Netzwerk zum Vergrößern von Bildern. Dazu muss man erstmal ein Netzwerk an einem Bild trainieren. Das muss nicht das Bild selber sein welches man vergrößern will, am besten wäre eines wo das Motiv bzw ein ähnliches schon in einer größeren Version abgebildet ist. Man lädt dieses Bild, bringt es in den Vordergrund, und ruft dann die Funktion <Neuronales Netzwerk trainieren> auf. Dann gibt man einen Namen für das Netzwerk ein, unter der es abgespeichert wird. Bei der Anzahl der Neuronen sollte man vorsichtig sein, sie hat einen großen Einfluss auf die Trainingszeit und eine hohe Anzahl muss nicht zwangsläufig zu viel besseren Ergebnissen führen.

Man sollte auf einem 3 GHz PC und 37 Neuronen mindestens 10 Minuten trainieren, das hängt auch von der Bildgröße ab. Das Training kann jederzeit mit <Esc> unterbrochen und später weitergeführt werden - das Netzwerk wird dann in der entsprechenden Datei automatisch abgespeichert. Man kann das Training auch auf bestimmte Bildbereiche beschränken, indem man ein oder zwei Markierungen im s/w Trainingsbild um die gewünschten Bereiche macht.

Die Funktionsweise des Trainings ist folgende: es wird intern ein kleineres Bild erzeugt und dann das Netzwerk darauf angewendet. Die Abweichungen zum großen Originalbild werden benutzt, um die Gewichtungen im Netzwerk zu korrigieren. Das angezeigte Bild (es wird in s/w trainiert, wegen der Geschwindigkeit) ist dabei schon die hochgerechnete Version des internen, verkleinerten Bildes.

Universeller NN-Filter:

Menüpunkt: Bearbeiten - Spezialfilter - Universeller NN-Filter

Hier kommt auch das neuronale Netzwerk zum Einsatz. Man kann es für viele unterschiedliche Zwecke benutzen, es muss vorher nur darauf trainiert worden sein. Das geschieht folgendermaßen:

Man benötigt einmal das Bild, welches man verändern will, und dann noch ein Bild, welches das Soll-Ergebnis darstellt. Dieses muss Deckungsgleich sein und den selben Wertebereich haben, notfalls vorher anpassen. Das zu verändernde Bild wird in den Vordergrund gebracht und dann die entsprechende Trainingsfunktion aus dem Menü gewählt. Man gibt in der Dateiauswahl dann einen Dateinamen für das Netzwerk ein, oder man wählt eine schon vorhandene Datei aus, um nachträglich weiter zu trainieren. Wenn mehr als zwei Bilder vorhanden sind, muss man noch das Sollbild auswählen.

Bei einem neuen Netzwerk gibt man dann die Neuronenanzahl an, ich würde erstmal nicht mehr als 37 nehmen, das ist schon langsam genug. Nach einer Weile wird sich beim Training nicht mehr sehr viel ändern, und man kann das Training unterbrechen. Das Netzwerk wird dann automatisch in der angegebenen Datei gespeichert.

Die Funktion hat ihre Grenzen, es werden immer 37 Pixel in das Netzwerk eingespeist, deswegen kann man keine sehr tieffrequenten Filter herstellen, den Hintergrund zu ebnen ist damit zB nicht möglich. Man kann Filter zum Schärfen, zum Rauschfiltern, anti-JPEG-Artefakte usw machen, allerdings braucht man für jeden Filterradius oder für jeden Rauschlevel ein eigenes Netzwerk.

Das Netzwerk wird immer am Schwarzweiss-Bild trainiert, wenn man für jede Farbe eine andere Funktion benötigt, so muss man das Bild in seine 3 Farbkanäle aufteilen, und jedes einzeln trainieren. Man kann dann eine *.nrf Textdatei mit den 3 Netzwerk-Dateinamen anlegen, und kann so das Farbbild in einem Rutsch bearbeiten.

Spezial-Funktionen:

Die Textdatei muss so aufgebaut sein:

RGB:

RotDateiname.nnf

GruenDateiname.nnf

BlauDateiname.nnf

Sie besteht also aus 4 Zeilen, RGB: steht ganz oben, es können beliebige Dateinamen verwendet werden. Die Textdatei muss sich im gleichen Ordner wie die anderen Netzwerk-Dateien befinden. Am besten mit einem einfachen Editor erstellen.

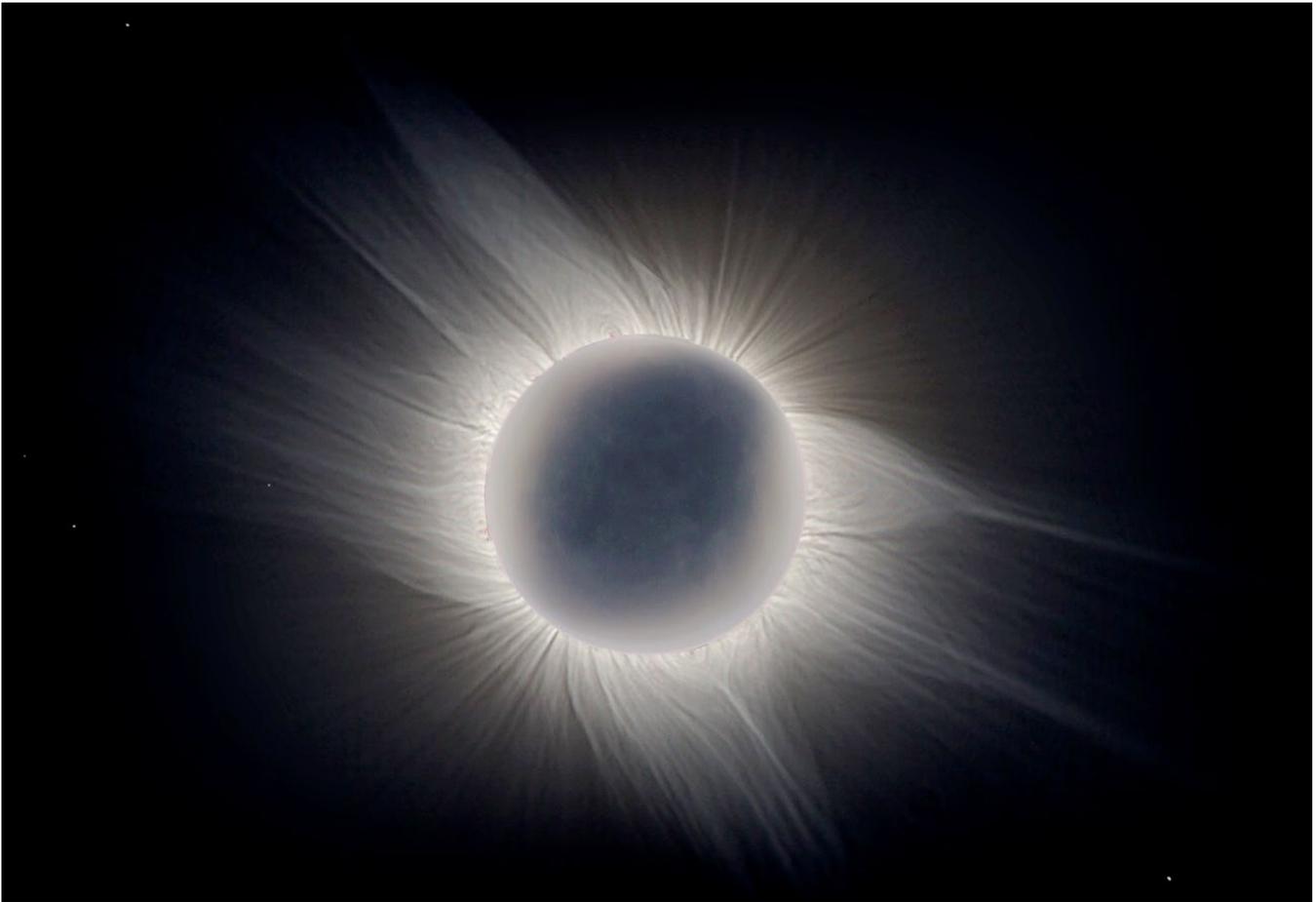
Ab Fitswork Version 3.55 ist es möglich Farbfunktionen direkt zu trainieren.

Man kann so zB ein Kamera Farbprofil erstellen, um die linearen Raw-Bilder welche in Fitswork farbinterpoliert worden sind, die richtigen Farben zu geben. Dazu muss man einmal ein Raw-Bild (mit möglichst vielen Farben in unterschiedlichen Helligkeiten) im bevorzugten Konverter (zB welches bei der Kamera dabei war) konvertieren, und einmal das gleiche Bild in Fitswork laden und mit FarbCCD zu RGB konvertieren. Dann schneidet man die Bilder genau deckungsgleich zu und gleicht den Wertebereich soweit an, dass der Min- und Maxwert ungefähr gleich sind.

Es kann besser sein, wenn man die Bildgröße der Bilder vorher noch in X und Y halbiert (ohne Antimoire-Filter, dann werden je vier Pixel zusammengefasst).

Das Fitswork-Bild wird in den Vordergrund gebracht und die Trainingsfunktion aufgerufen. Farbmanipulationen bejahen, 3 Eingänge auswählen (ist schneller) und 10 Neuronen. Jetzt nur noch ein wenig trainieren lassen, beim Abbrechen wird die NN-Datei erzeugt und kann dann im Menü <Eigene NN-Filter> direkt angewählt werden, insofern man den gleichen Ordner oder einen Unterordner benutzt, welchen man in den Einstellungen angegeben hat.

Bearbeitung Sofi-Bilder: (nach Hartwig Lüthen)



Nachtrag: Neue Fitswork-Versionen erleichtern die Arbeit (Juni 2006)

Bei Public Demand der großen weltweiten Fitswork-Sofi-Addierer-Community hat Jens in den neueren Versionen noch folgende Extrafunktionen eingebaut. Es lohnt sich daher ein frischer Download.

- 1) Ab Version 3.08: Manuelles Addieren mit Bearbeiten/ Bild kombinieren mit manueller Verschiebung
Dies erlaubt das Addieren zweier Bilder und das subpixelgenaue Verschieben zueinander. Bei dem erscheinenden Menü unter „Anzeige“ die Option „Differenz“ anklicken. Man kann dann sehr genau abschätzen, ob die Bilder übereinander passen. Gerade bei der Addition auf Protuberanzen hat sich dieses Verfahren sehr bewährt
- 2) Ab Version 3.10: Die Zwiebelringe beim Abspeichern von 16 bit TIFs aus 16-bit Vorlagen gehen weg, wenn man unter „Einstellungen/Speichern“ die Option TIFF-Dateien automatisch skalieren wählt. Dies erleichtert das Nachbearbeiten in Photoshop beträchtlich.

Bearbeitung Sofi-Bilder: (nach Hartwig Lüthen)

Schritt 1: Vorbereitungen

Grundmaterial: DSLR-Fotos verschiedener Belichtungszeit (am besten 5-10 Stück aus dem Belichtungszeitraum 1/500 und mehreren Sekunden). Am besten sind RAWs, notfalls gehen auch JPGs.

Software: Fitswork, andere Grafikprogramme (z.B. Photoshop) zur Nachbearbeitung, RAW-Shooter zur Raw-Konvertierung

Vorbereitung der Addition: RAWs müssen erst einmal konvertiert werden. Hierzu benutze ich entweder das mit der Canon-Kamera mitgelieferte Programm oder aber mit Vorteil Raw-Shooter. Abspeichern der Bilder als 16 Bit TIFF. Fitswork kann auch selber Kamera-Raws konvertieren, aber Farbwiedergabe ist dann schwierig hinzukriegen, und die Tonkurve ist linear, was in diesem Fall zu einem kaum beherrschbaren Helligkeitsumfang führt.

Schritt 2: Bilder addieren.

1. Die 2 am kürzesten belichteten Bilder laden.

2. Jetzt ein gemeinsames Detail markieren (gut eignen sich hierfür Protuberanzen). An der Stelle ist dann ein gelbes Kreuz. (Bei den kurz belichteten Bildern kann man eine kleine Box aufziehen. Dann findet Fitswork selber die beste Passung der Bilder. Dazu muss man unter Einstellungen/Verschiebungskoordinaten bestimmen die Option Kreuzkorrelation wählen.)

3. Bearbeiten / Bild addieren (mit Verschiebung).

Es entsteht ein Summenbild, welches die Informationen beider Bilder enthält. Fitswork benutzt intern 32bit pro Farbkanal, also KANN das Bild nicht überlaufen.

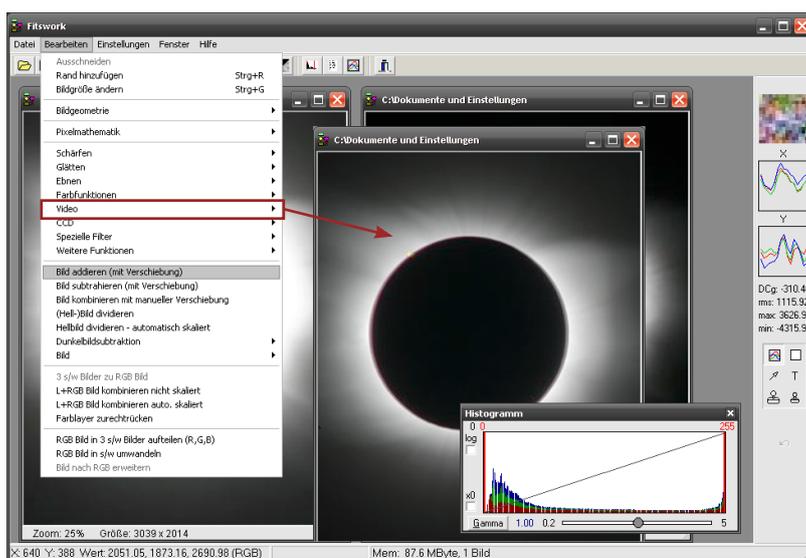
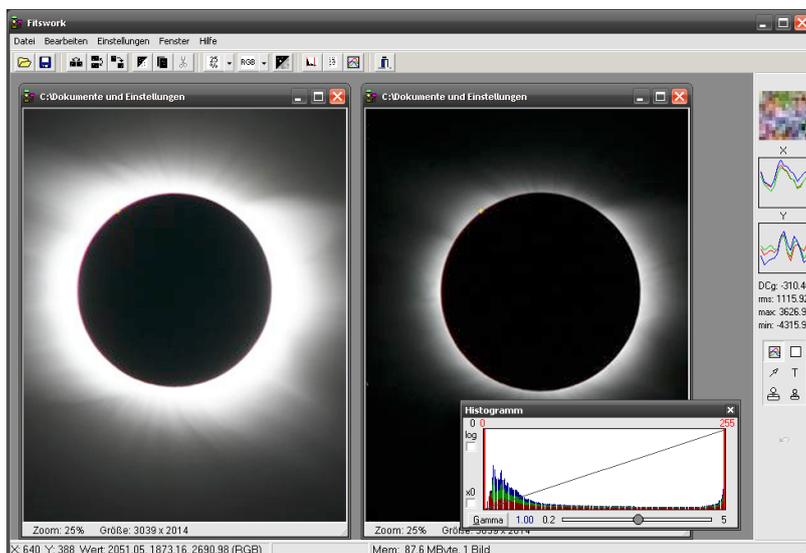
4. Die beiden Ausgangsbilder wieder schließen.

5. Ein weiteres Bild laden und auf gleiche Weise zu dem Bild zu dem Summenbild dazuaddieren.

6. Diesen Vorgang wiederholen, bis alle Bilder addiert sind.

Tipp:

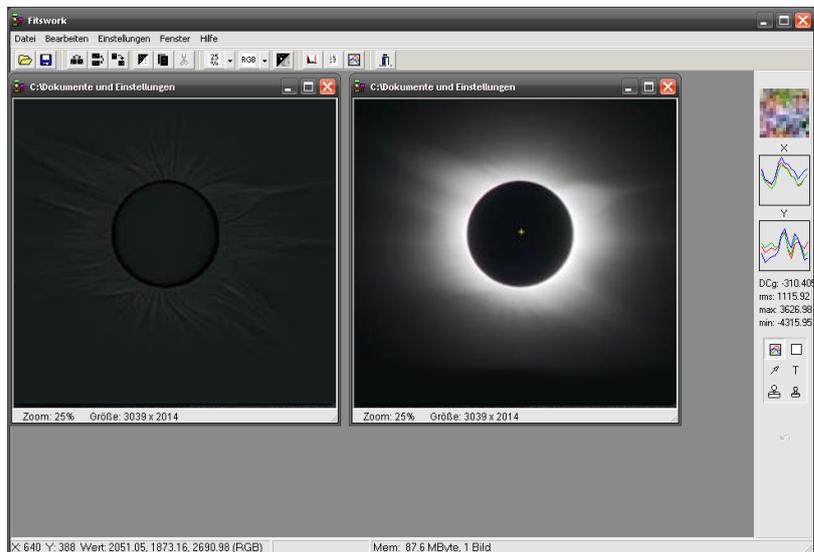
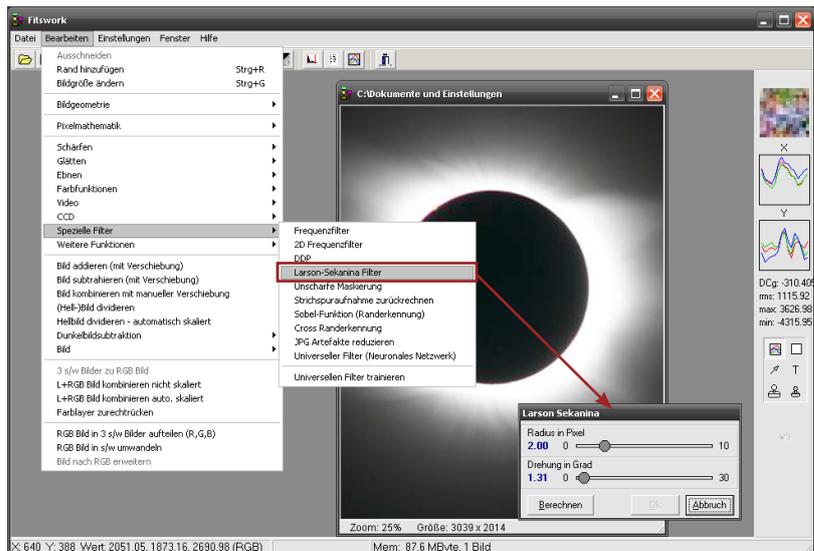
Die Addition kann auch mit manueller Verschiebung erfolgen, wenn es einfacher ist.



Bearbeitung Sofi-Bilder: (nach Hartwig Lüthen)

Schritt 3: Larsen-Sekanina-Filter auf das Summenbild anwenden:

1. In die Mitte der Sonne klicken (gelbes Kreuz)
2. Bearbeiten/Spezial/Larsen-Sekanina-Filter wählen. Es wird eine Kopie des Ausgangsbildes in einem neuen Fenster geöffnet
3. Radius in Pixeln und Drehung in Grad wählen. Als Ausgangswert eignet sich 2 Pixel und 1.31 Grad.
4. PRÜFEN klicken, Ergebnis mit OK bestätigen. Es wird eine Sekanina-Larsen- (SL-Maske) berechnet.
5. SL-Maske und Summenbild addieren (Bearbeiten/Bild addieren mit Verschiebung; dezenter Effekt) oder multiplizieren (Bearbeiten/Bild/multiplizieren; heftiger Effekt). Multiplizieren macht nur Sinn mit sehr gutem Ausgangsmaterial, vielen addierten Bildern usw. Will man addieren, kann man die Wirkung der Maske durch Multiplizieren mit Faktoren kontrollieren (Bearbeiten/Pixelmathematik/Wert multiplizieren).
6. Histogramm einstellen und Bild speichern. Es ist sinnvoll, das Resultat bereits in Fitswork zu skalieren und als 3*8-bit Datei (z.B. BMP) zu speichern. 3*16-Bit TIFs zeigen in Photoshop manchmal Zwiebelringe. Es ist auch sinnvoll, die Originaldatei (3*32 bit Fits) zu behalten



Variationen

Man kann auch Bilder mit verschiedenen Drehwinkeln anfertigen (z.B. 0.75, 0.93, 1.31, 1.5 Grad) und addieren. Bei kleinen Drehwinkeln werden kleine Details verstärkt, bei großen nur die breiten Streamer. Zu kleine Drehwinkel ergeben Artefakte. Da jedes Bild also leicht anderes Detail zeigt, ergibt das Addieren einen natürlicheren, weniger „digitalen“ Gesamteindruck.

