
Siril

Release 1.2.0

Free-Astro Team

19.04.2024

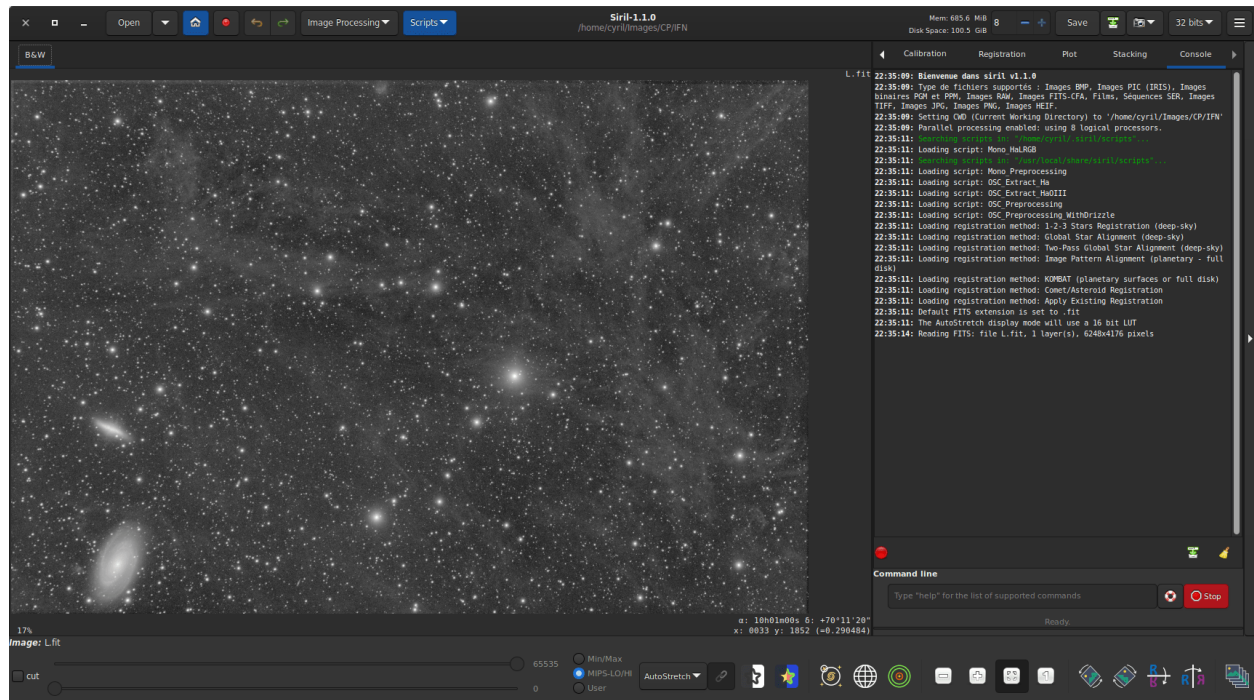
1	Installation	3
1.1	Installation auf GNU/Linux	4
1.2	Installation unter Microsoft Windows	5
1.3	Installation unter macOS	9
1.4	Installation aus den Quelldateien	11
2	Grafische Benutzeroberfläche	15
2.1	Haupt-Benutzerinterface	15
2.2	Hamburger-Menü	23
2.3	Tastenkürzel	26
2.4	Fenster mit Bildinformationen	27
3	Arbeitsverzeichnis	29
4	Voreinstellungen	31
4.1	Einstellungen (GUI)	31
4.2	Einstellungen (Befehle)	51
5	Dateiformate	59
5.1	Bittiefe	59
5.2	Gebräuchliche Dateiformate	62
5.3	FITS Format	63
5.4	Astro-TIFF	68
5.5	SER Format	72
5.6	IRIS PIC	73
6	Sequenzen	75
6.1	Ein Satz aus zwei oder mehr FITS-Dateien	75
6.2	Eine einzelne SER-Datei	76
6.3	Eine einzelne FITS-Datei	76
6.4	Eine Sequenz laden	76
6.5	Bilderliste	77
6.6	Sequenzexport	79
6.7	Sequenzinformationen	79
7	Definitionen und Arbeitsablauf	81

8	Vorbereitung	83
8.1	Umrechnung	83
8.2	Kalibrierung	89
8.3	Registrierung	115
8.4	Stacking	131
9	Verarbeitung	137
9.1	Stretching der Bilder	137
9.2	Farben	151
9.3	Filter	161
9.4	Sternbearbeitung	204
9.5	Geometrie	214
9.6	Hintergrund-Extraktion	219
9.7	Extraktion	222
9.8	Lineare Übereinstimmung	228
9.9	RGB-Zusammensetzung	229
9.10	CFA Kanäle zusammenführen	230
9.11	Pixel Math	232
10	Plot-Funktion	241
10.1	Plot/Grafische Darstellung der Registrierungsdaten	241
10.2	Photometrische Grafik	245
10.3	Gemeinsame Optionen	247
10.4	Grafik-Interaktionen	247
11	Dynamische Point Spread Funktion	249
11.1	Erste Sternkandidaten	250
11.2	Modelle	251
11.3	Minimierung	255
11.4	Nutzung	255
11.5	Konfiguration	257
11.6	Quellenverzeichnis	259
12	Astrometrie	261
12.1	Platesolving/astrometrische Lösung	261
12.2	Beschriftungen/Objektnamen	270
13	Photometrie	277
13.1	Grundlagen	277
13.2	Schnelle Photometrie	281
13.3	Lichtkurven	289
14	Bildinspektoren	295
14.1	Verkippung	295
14.2	Inspektor für die Bildfeldwölbung (Aberration Inspektor)	297
15	Statistik	301
15.1	Abschätzungen	303
16	Skripte	305
16.1	Benutzung von Skripten	306
16.2	Liste der Skripte aufbauen	306
16.3	Eingebaute Skripte	307
16.4	Mehr Skripte finden	309
16.5	Eigene Skripte schreiben	310

17 Headless Modus	311
17.1 Befehlsstrom (Pipe)	312
18 Pfadnamen Parsing	315
18.1 Beispiel für die Syntax	315
18.2 Auffinden einer Datei mit Pfadanalyse	318
18.3 Schreiben einer Datei mit Dateinamen-Parsing	318
18.4 Verwendung von Platzhaltern/Wildcards	319
19 Live-Stacking	321
19.1 Live-Stacking (GUI)	321
19.2 Live-Stacking (ohne GUI/Headless)	323
20 Befehle	325
21 Wie man Probleme meldet	389
21.1 Änderungsprotokolle und Bug-Tracker prüfen	389
21.2 Senden Sie uns nützliche Informationen	389
21.3 Wie können Sie uns kontaktieren?	390
Literaturverzeichnis	391
Stichwortverzeichnis	393

Dies ist die Dokumentation der Version 1.2.0.

Siril ist ein Werkzeug zur Verarbeitung von astronomischen Bildern, speziell zugeschnitten auf die Rauschreduzierung und die Verbesserung des Signal-/Rauschverhältnisses (SNR) eines Bildes aus vielen Einzelbelichtungen, wie es in der Astronomie erforderlich ist.



Siril kann Bilder automatisch oder manuell ausrichten, Bilder unterschiedlicher Dateiformate Stacken und verbessern, sogar Bildsequenz-Dateien (Filme und SER_Dateien).

Siril ist weitgehend in der Programmiersprache C geschrieben, Teile in C++. Die Hauptentwicklung wird mit den aktuellsten Versionen von Funktionsbibliotheken auf GUN/Linux durchgeführt. [Mitwirkende sind willkommen.](#)

Dies ist die Dokumentation, sie versucht, alle Siril-Funktionen zu beschreiben. Wenn es eine Entsprechung zu einer GUI-Funktion für die Kommandozeile gibt, dann wird sie in einem Einschub angegeben. Weitere nützliche Ressourcen finden Sie auf unserer Haupt-Website siril.org

Hier finden einen Index der Siril Befehle.

Um Probleme in der Dokumentation zu melden, öffnen Sie bitte ein Ticket unter der folgenden Adresse: <https://gitlab.com/free-astro/siril-doc>.

Ein Problem in der Übersetzung der Dokumentation sollte hier gemeldet werden: <https://gitlab.com/free-astro/siril-localized-doc>.

KAPITEL 1

Installation

Jede Version von Siril wird für die drei meistgenutzten Plattformen (Windows, MacOS, GNU/Linux) bereitgestellt und kann auf der [Siril Webseite](#) heruntergeladen werden. Aber natürlich können Sie die Applikation auch aus den Quelltexten erstellen, das Siril eine offene, freie Software ist.

Tipp: Es kann nützlich sein, die Integrität der Binärdatei oder des Pakets zu überprüfen, das Sie gerade heruntergeladen haben. Die Liste der SHA-Prüfsummen ist auf [dieser Seite](#) im json-Format verfügbar.

Nach der Installation können Sie den *capabilities*-Befehl nutzen um mehr über Ihre Installation zu erfahren.

Siril Kommandozeile

```
capabilities
```

Auflistung der Siril-Fähigkeiten, basierend auf den Kompilierungsoptionen und Laufzeit

Die Versionsnummer von Siril verstehen

Beginnend mit der Version 1.0 sind stabile Versionen von Siril (wie 1.0, 1.2 usw.) durch gerade Zahlen gekennzeichnet und für den täglichen Gebrauch bestimmt. Entwicklungsversionen, die durch ungerade Zahlen gekennzeichnet sind (z. B. 0.99.0, 1.1.0 usw.), sind normalerweise nicht als Pakete oder ausführbare Binärdateien verfügbar und müssen vom Benutzer kompiliert werden. Die dritte und letzte Zahl, die so genannte Mikronummerierung, entspricht der Anzahl der Veröffentlichungen, die Fehlerkorrekturen und andere kleine Beiträge enthalten (z. B. 1.0.1, 1.0.2, 1.0.3, usw.).

1.1 Installation auf GNU/Linux

1.1.1 Installation unter Debian

Das Binärpaket ist auf Debian [testing](#) und in einer alten Version unter [stable](#) verfügbar. Es kann über apt mit Superuser-Rechten installiert werden:

1.1.2 Installation auf Ubuntu oder Linux Mint

Offizielle Repositories

Wie für Debian ist es in den Repositories verfügbar, jedoch kann die Version veraltet sein:

```
sudo apt install siril
```

PPA Repositories

Die neueste Version ist daher in unserem PPA verfügbar, was die bevorzugte Methode zur Installation von Siril unter Ubuntu oder Linux Mint ist:

```
sudo add-apt-repository ppa:lock042/siril  
sudo apt-get update  
sudo apt-get install siril
```

1.1.3 Installation der Applikations-Binärdatei

Für GNU/Linux-Systeme haben wir uns außerdem entschieden, gebündelte Binärdateien mit AppImage (x86_64) und Flatpak bereitzustellen, die auf GNU/Linux-ähnlichen Systemen funktionieren. Um die AppImage-Binärdatei auszuführen, müssen Sie sie nur herunterladen und mit dem folgenden Befehl ausführen:

```
chmod +x Path/To/Application/Siril-x.y.z-x86_64.AppImage
```

Durch Ersetzen mit dem richtigen Pfad und x, y und z mit den Versionsnummer. Dann startet ein einfacher Doppelklick auf das AppImage Siril.

1.1.4 Installation von flatpak

Eine andere Möglichkeit, eine stabile Version von Siril zu installieren, ist die Verwendung von [flatpak](#), dem dienstprogramm für die Softwareverteilung und Paketverwaltung für Linux. Um Flatpak zu installieren, geben Sie den folgenden Befehl ein:

```
flatpak install flathub org.free_astro.siril
```

Dann führen Sie die Anwendung aus:

```
flatpak run org.free_astro.siril
```


1.2 Installation unter Microsoft Windows

1.2.1 Installation mit dem Installationsprogramm

Es wird empfohlen, Siril mit dem mitgelieferten Installationsprogramm zu installieren, das Sie Schritt für Schritt anleitet.

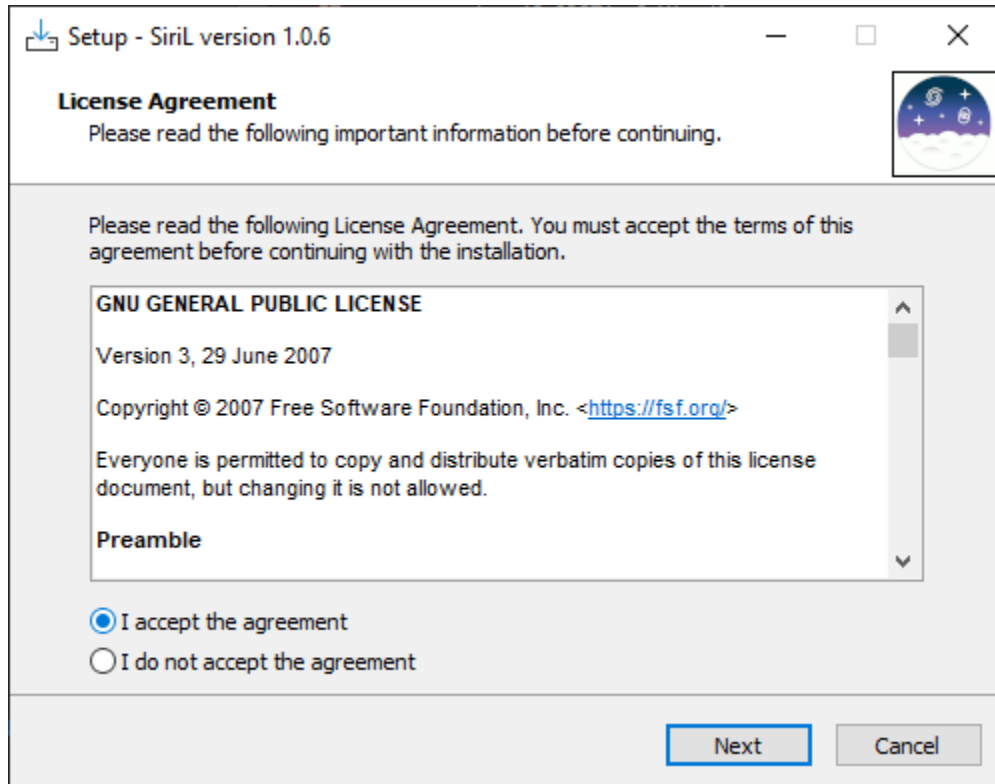


Abb. 1: Auf dem ersten Bildschirm des Installationsprogramms müssen Sie die Vereinbarung akzeptieren, um fortzufahren.

Der Siril-Setup-Assistent installiert alle erforderlichen Dateien an der richtigen Stelle und am Ende haben Sie die Wahl, ob Sie eine Verknüpfung auf dem Desktop erstellen möchten oder nicht.

Bemerkung: Siril wird in C:\Programme\Siril installiert. Wenn Sie nicht die Rechte haben, in diesen Ordner zu installieren, verwenden Sie stattdessen eine portable Version (siehe *Installation der portablen Binärdatei.*)

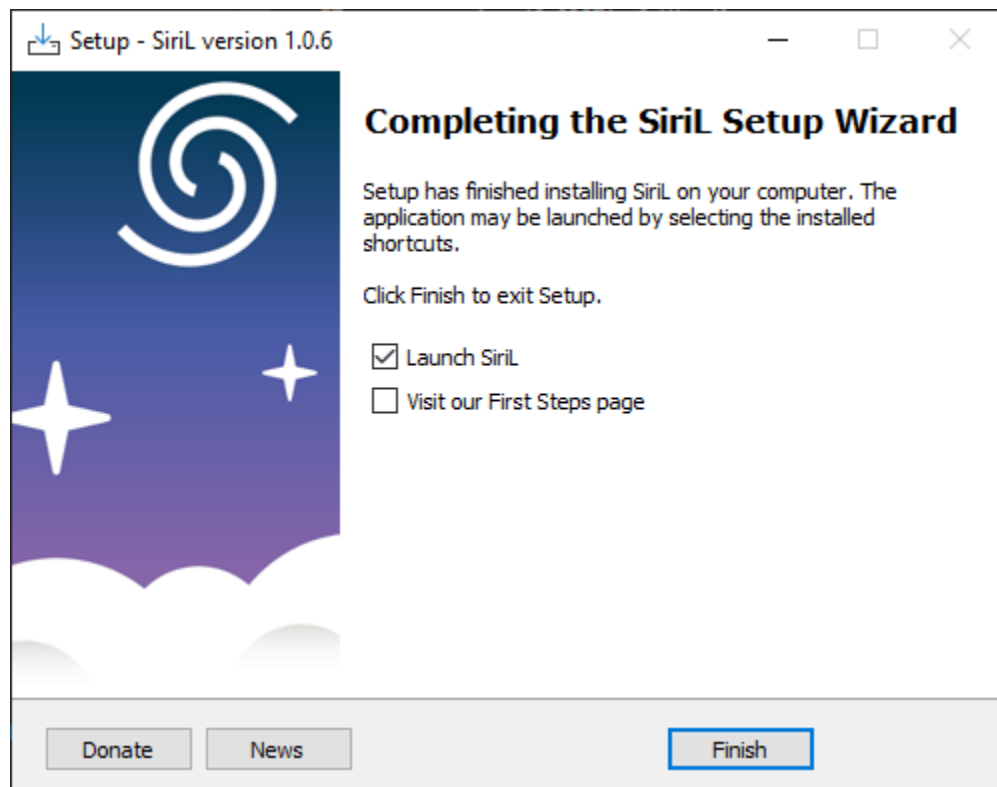


Abb. 2: Letzter Bildschirm des Installationsprogramms. Sie können wählen, ob Sie SiriL direkt nach der Installation starten und das Tutorial öffnen möchten, das die ersten Schritte erklärt.


1.2.2 Installation der portablen Binärdatei

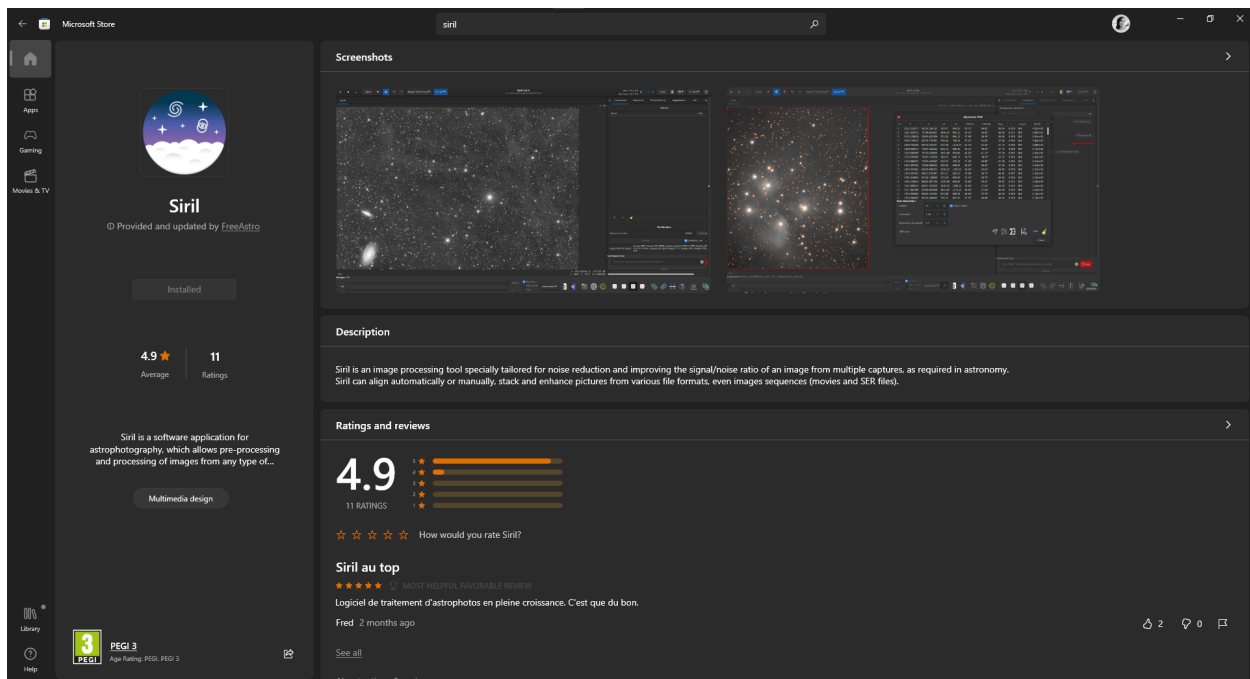
Wenn Sie Siril verwenden möchten, ohne alle möglichen Dateien auf Ihrem Computer zu installieren (zum Beispiel, wenn Sie keine Administratorrechte auf dem Rechner haben), dann ist es empfehlenswert, die portable Version zu verwenden. Sie wird in Form einer Zip-Datei geliefert, die Sie einfach an einem Ort Ihrer Wahl entpacken und dann in den Ordner `bin` gehen, um `siril.exe` auszuführen. Sie können auch eine Verknüpfung auf Ihrem Desktop erstellen, um den Start der Anwendung zu erleichtern.

Warnung: Seien Sie vorsichtig, unter keinen Umständen sollten Sie die `exe`-Datei oder irgendeine andere Datei verschieben. Sonst wird Siril nicht laufen.

1.2.3 Installation über den Microsoft Store

Es ist jetzt möglich, Siril über den [Microsoft Store](#) zu installieren.

1. Gehen Sie auf die Schaltfläche Start , und wählen Sie dann in der Liste der Anwendungen den Microsoft Store aus.
2. Geben Sie Siril in die Suchmaske ein.
3. Öffnen Sie die Seite, die Siril entspricht, und wählen Sie dann Herunterladen.



Bemerkung: Es ist jedoch zu beachten, dass Siril-Updates im Microsoft-Store in der Regel mit einer kleinen Verzögerung durchgeführt werden, da der Upload-Prozess recht komplex ist.

1.2.4 Kompilieren unter Windows mit Msys2

Diese Anweisungen sind für die Kompilierung unter Windows mit der MSYS2-Distribution unter Verwendung von MinGW gedacht. MSYS2 erfordert 64-Bit-Windows 7 oder neuer und funktioniert nicht mit FAT-Dateisystemen.

Laden Sie [MSYS2 64bit](#), eine Softwaredistributions- und Bauplattform für Windows herunter und starten Sie den Installer `x86_64` für 64-bit. Wenn Sie gefragt werden, geben Sie das Verzeichnis an, in dem MSYS2 64-bit installiert werden soll.

Starten Sie MSYS2 direkt aus dem Installationsprogramm oder später **MSYS2 MinGW 64-bit** über das Startmenü oder eine Verknüpfung.

Warnung: Vergewissern Sie sich, dass MinGW 64-Bit gestartet ist (überprüfen Sie, ob das Symbol am oberen Rand des Terminalfensters blau ist).

Aktualisieren Sie zunächst die Paketdatenbank und die Kernsystempakete, indem Sie Folgendes eingeben (weitere Informationen über pacman finden Sie auf [dieser Seite](#)):

```
pacman -Syu
```

Installieren von Abhängigkeiten

Bemerkung: Automake ist die alte (stabile) Build-Methode, die nun durch das (experimentelle) Build-System Meson ersetzt wird.

Um die Abhängigkeiten zu installieren, geben Sie den folgenden Befehl ein:

```
pacman --noconfirm -S --needed base-devel \
mingw-w64-x86_64-toolchain \
mingw-w64-x86_64-cmake \
git \
automake \
mingw-w64-x86_64-lcms2 \
mingw-w64-x86_64-curl \
mingw-w64-x86_64-json-glib \
mingw-w64-x86_64-meson \
mingw-w64-x86_64-ninja \
mingw-w64-x86_64-fftw \
mingw-w64-x86_64-exiv2 \
mingw-w64-x86_64-gtk3 \
mingw-w64-x86_64-libconfig \
mingw-w64-x86_64-gsl \
mingw-w64-x86_64-opencv \
mingw-w64-x86_64-libheif \
mingw-w64-x86_64-ffms2 \
mingw-w64-x86_64-cfitsio \
mingw-w64-x86_64-libraw
```

Erstellen aus den Quelldateien

Der Quellcode ist in einem Gitlab-Repository gespeichert, Sie können ihn beim ersten Mal mit diesem Befehl herunterladen:

```
git clone https://gitlab.com/free-astro/siril.git
cd siril
git submodule update --init
```

Generieren Sie nun das Build-System und kompilieren Sie den Code, indem Sie Folgendes eingeben:

```
meson setup _build --buildtype release
ninja -C _build install
```

Um Ihren Siril-Build zu starten, führen Sie MSYS2 64-Bit aus und geben den Siril-Befehl name:

```
siril
```

Sie können auch eine Verknüpfung zu siril.exe erstellen, um es zu starten. Der Standardspeicherort ist `/mingw64/bin/`.

Um Ihre Version zu aktualisieren, führen Sie MSYS2 64-bit aus und dann:

```
pacman -Syu
cd siril
git pull --recurse-submodules
meson setup _build --reconfigure
ninja -C _build && ninja -C _build install
```

Wenn `git pull` keine Änderungen anzeigt, ist es nicht notwendig, den Build mit dem `make`-Befehl neu zu erstellen. Andernfalls wird es Ihr Build aktualisieren.

Danach starten Sie den Build einfach durch Eingabe von:

```
siril
```

1.3 Installation unter macOS

1.3.1 Installation unserer App

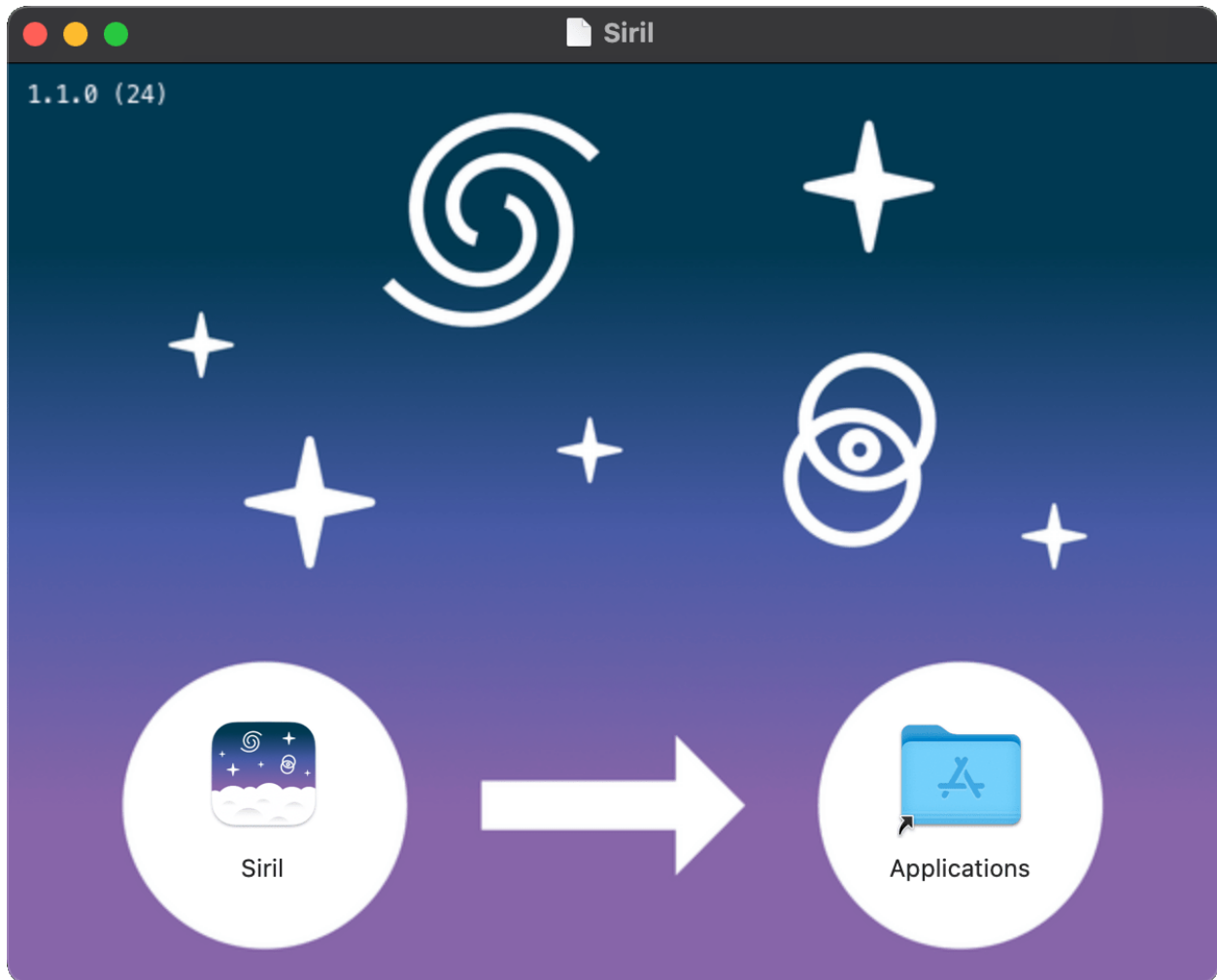
Die macOS-App wird pro Architektur bereitgestellt:

- Intel (macOS 10.13+)
- Apple Silicon (macOS 11+)

Wählen Sie den Link, der Ihrer Prozessorarchitektur entspricht, und laden Sie das Disk-Image herunter. Doppelklicken Sie nach dem Herunterladen auf das Image, um es zu öffnen.



Ein neues Fenster wird geöffnet. Ziehen Sie nun das Siril-Icon auf das Applications-Icon.



Herzlichen Glückwunsch, Siril ist jetzt installiert.

1.3.2 Installation mit Homebrew

Homebrew ist ähnlich wie MacPorts und bietet Pakete (auch Formeln genannt) zur Installation an, entweder durch Kompilieren aus dem Quellcode oder durch Verwendung vorkompilierter Binärdateien (auch Flaschen genannt). Um Homebrew zu installieren, klicken Sie [hier](#). Siril kann installiert werden mit:

```
brew install siril
```

Bemerkung: Bitte beachten Sie, dass angekündigt wurde, dass Homebrew Analytics verwendet. Um dies zu deaktivieren, führen Sie aus: `brew analytics off` Sie können mehr darüber auf [Brew Analytics](#) lesen.

1.4 Installation aus den Quelldateien

Die Installation aus dem Quellcode ist erforderlich, wenn Sie die neuesten Funktionen nutzen möchten, wenn die vorherige Version veraltet ist, wenn Sie an der Verbesserung von Siril teilnehmen möchten oder nicht alle Abhängigkeiten verwenden möchten.

1.4.1 Beschaffung der Quelldateien

Die Quelldateien werden in einem Git-Repository gespeichert, das Sie beim ersten Mal mit diesem Befehl herunterladen können:

```
git clone --recurse-submodules https://gitlab.com/free-astro/siril.git
```

Aktualisieren Sie es regelmäßig durch Eingabe von `git pull` im Siril-Basisverzeichnis:

```
git pull
git submodule update --recursive
```

1.4.2 Abhängigkeiten

Siril ist auf eine Reihe von Bibliotheken angewiesen, von denen die meisten in der Linux-Distribution oder im Paketmanager Ihrer Wahl verfügbar sein sollten. Die Namen der betriebssystemspezifischen Pakete sind in den einzelnen Abschnitten unten aufgeführt. Obligatorische Abhängigkeiten sind:

- `gtk+3` (Bibliothek für die grafische Benutzeroberfläche), mindestens Version 3.20
- `adwaita-icon-theme` (Icons) um das "look and feel" der Benutzeroberfläche zu unterstützen.
- `cfitsio` (Unterstützung des FITS-Dateiformats).
- `fftw` (Bibliothek zur diskreten Fourier Transformation).
- `gsl` (The GNU Scientific Library), Version 1 oder 2 beginnend mit Siril 0.9.1 or SVN Revision 1040.
- `OpenCV` und ein C++ Compiler für einige Funktionen der Bildbearbeitung.

Bemerkung: Auch wenn Siril seit Version 0.9.9 in der Konsole laufen kann, ist es immer noch gegen die grafischen Bibliotheken gelinkt, so dass Sie immer noch GTK++ benötigen, um es zu kompilieren und auszuführen.

Optionale Abhängigkeiten sind:

- `openmp` für Multithreading. Obwohl optional, wird diese Abhängigkeit dringend empfohlen, da die Leistung dadurch wesentlich besser ist. Das Flag dieser Option ist standardmäßig auf `true` gesetzt. Das heißt, wenn `openmp` nicht auf Ihrem Computer installiert ist, müssen Sie „-Dopenmp=false“ im Meson-Setup hinzufügen.
- `libraw`, `libtiff`, `libjpeg`, `libpng`, `libheif` for RAW, TIFF, JPEG, PNG and HEIF images import and export. The libraries are detected at compilation-time.
- `FFMS2` für die native Unterstützung von Videodateien als Bildsequenzen. Es ermöglicht auch die Extraktion von Einzelbildern aus vielen Arten von Videodateien, auch für andere Zwecke als Astronomie. Versionen <2.20 haben einen lästigen Fehler. Es wird empfohlen, die neueste Version zu installieren.
- `ffmpeg` (or `libav`), providing `libavformat`, `libavutil` (>= 55.20), `libavcodec`, `libswscale` und `libswresample` für die Unterstützung des Exports von MP4-Sequenzen.
- `gnuplot` für die Erzeugung photometrische Grafiken (wird nicht während der Kompilierung benötigt).

- [wcslib](#) für die Verarbeitung des Welt-Koordinatensystems (WCS), Objektnamen und photometrische Farbkalibrierung.
- [libconfig](#) (Structured configuration files support), used to read the configuration file from versions up to 1.0, only used to get old settings now.
- [libjson-glib](#) um auf Updates zu prüfen (nutzlos, wenn Sie eine Nicht-Release-Version bauen).
- [Exiv2](#) um Metadaten der Bilder zu verwalten.
- [libcurl](#) OR [glib-networking](#) mit seinem HTTP-Backend für Online-Operationen wie Prüfung von Updates, Astrometrie und photometrischen Anfragen.

Build-Abhängigkeiten

Für die Installation aus dem Quellcode müssen Sie die Basisentwicklungspakete installieren:

```
git, autoconf, automake, libtool, intltool, pkg-tools, make, cmake, gcc, g++
```

Die Compiler gcc und g++ aus dieser Liste können durch clang und clang++ ersetzt werden (wir verwenden sie für die Entwicklung), wahrscheinlich auch durch andere.

The autotools packages (autoconf, automake, probably some others) can be replaced by meson.

1.4.3 Grundsätzlicher Build-Prozess

Siril kann entweder mit autotools oder mit meson kompiliert werden.

Meson

Der empfohlene Weg ist es, meson und ninja zu verwenden:

```
meson setup _build --buildtype release  
  
cd _build  
ninja  
ninja install
```

Um einige Abhängigkeiten oder Funktionen zu deaktivieren, verwenden Sie je nach Fall die Meson-Optionen „-Dfeature=false“ oder „-Denable-feature=yes“.

Die folgende Tabelle listet alle konfigurierbaren Optionen auf.

Option	Typ	Wert	Auswahl	Beschreibung
relocatable-bundle	combo	platform-default	['yes', 'no', 'platform-default']	bauen mit Ressourcen, die unter demselben Präfix gebündelt werden
openmp	Boolean	true	Unbekannt	bauen mit OpenMP-Support
json_glib	Boolean	true	Unbekannt	build with json glib support
exiv2	Boolean	true	Unbekannt	bauen mit exiv2-Support
libraw	Boolean	true	Unbekannt	bauen mit LibRaw-Support
libtiff	Boolean	true	Unbekannt	bauen mit TIFF-Support
libjpeg	Boolean	true	Unbekannt	bauen mit JPEG-Support
libpng	Boolean	true	Unbekannt	bauen mit PNG-Support
libheif	Boolean	true	Unbekannt	bauen mit HEIF-Support
ffms2	Boolean	true	Unbekannt	bauen mit FFMS2-Support
ffmpeg	Boolean	true	Unbekannt	Bauen mit FFmpeg-Support
enable-libcurl	combo	platform-default	['yes', 'no', 'platform-default']	Use libcurl instead of GIO
libconfig	Boolean	false	Unbekannt	build with libconfig support
criterion	Boolean	false	Unbekannt	bauen mit Criterion-Support
wcslib	Boolean	true	Unbekannt	build with WCSLIB support

Autotools

Die Autotools-Methode ist in der Unix-Welt bekannt. Sobald der Quellcode heruntergeladen und die Voraussetzungen installiert wurden, ist die allgemeine Methode zum Erstellen wie folgt:

```
./autogen.sh
make
make install
```

Für die letzte Zeile benötigen Sie möglicherweise Superuser-Rechte.

Es kann sein, dass Sie dem Compiler bestimmte Optionen übergeben möchten, z.B. wenn Sie die Optimierung und die Installation in `/opt` anstelle des Standardverzeichnis `/usr/local` wünschen:

```
CFLAGS='-mtune=native -O3' ./autogen.sh --prefix=/opt
```

Um Siril zu starten, lautet der Befehlsname **siril** oder **siril-cli**.

1.4.4 Installation auf Debian-ähnlichen Systemen

Es kann sein, dass Sie ein `.deb`-Paket bauen möchten, anstatt eine nicht-paketierte Version zu benutzen. In diesem Fall lesen Sie diese [Hilfe](#). Insbesondere, um die Abhängigkeiten zu installieren, können Sie diesen Befehl verwenden:

```
apt build-dep siril
```

Ansonsten finden Sie hier die Liste der Pakete für die aktuelle Version:

- Für das Build-System benötigte Pakete:

```
autoconf automake make gcc g++ libtool intltool pkg-config cmake
```

- Liste der Pakete für obligatorische Abhängigkeiten:

```
libfftw3-dev libgsl-dev libcfitsio-dev libgtk-3-dev libopencv-dev  
libexiv2-dev
```

- Liste der Pakete für optionale Abhängigkeiten:

```
wcslib-dev libcurl4-gnutls-dev libpng-dev libjpeg-dev libtiff5-dev  
libraw-dev gnome-icon-theme libavformat-dev libavutil-dev libavcodec-dev  
libswscale-dev libswresample-dev libjson-glib-dev libheif-dev
```

für die Unterstützung von Videodateien (AVI und andere):

```
libffms2-dev
```

1.4.5 Installation auf Arch Linux

Zwei Pakete sind im AUR verfügbar: **siril** und **siril-git**. Laden Sie PKGBUILD oder das Repository herunter, installieren Sie die Abhängigkeiten, lassen Sie makepkg laufen, um das Paket zu bauen und pacman -U, um es zu installieren.

Abhängigkeiten (obligatorisch und einige optional):

```
pacman -S base-devel cmake git intltool gtk3 fftw cfitsio gsl opencv  
exiv2 libraw wcslib
```

1.4.6 Fehler beim Erstellen

Jeder Commit für Siril Git wird automatisch in einer Standard-Build-Umgebung für Linux, Windows und MacOS mit Hilfe der Gitlab-CI-Infrastruktur erstellt. Dies bedeutet, dass wir sehr zuversichtlich sind, dass der Master-Zweig sowie getaggte Releases **erfolgreich** erstellt werden, sofern eine korrekt eingerichtete Build-Umgebung mit den erforderlichen installierten Abhängigkeiten vorhanden ist.

Wenn ein Build-Fehler auftritt, deutet dies wahrscheinlich auf ein Problem mit Ihrer Build-Umgebung oder falsch installierte Abhängigkeiten hin. Denken Sie daran, dass viele Distributionen eine separate Installation von Entwicklungspaketen erfordern, die die erforderlichen Header-Dateien enthalten. Überprüfen Sie den CI-Bericht für den Git-Commit, den Sie erstellen möchten. Für den unwahrscheinlichen Fall, dass ein Build-Fehler angezeigt wird, können Sie sicher sein, dass das Team daran arbeitet, das Problem zu beheben. Andernfalls, wenn die CI-Pipeline grüne Häkchen anzeigt, müssen Sie alle Probleme mit Ihrer eigenen Build-Umgebung überprüfen und beheben.

Wenn Sie immer noch der Meinung sind, dass Sie ein Build-Problem gefunden haben, das von der CI-Pipeline nicht gemeldet wurde – beispielsweise wenn Sie auf einer anderen Plattform wie BSD bauen, die die Entwickler nicht regelmäßig verwenden –, können Sie gerne ein Problem melden auf [gitlab](#).

Beachten Sie, dass Probleme nur für den Master-Zweig oder getaggte Releases gemeldet werden sollten. Wenn Sie neue Funktionen in Merge-Requests testen, geben Sie bitte Feedback in den Kommentaren zum entsprechenden Merge-Request.

Grafische Benutzeroberfläche

Die grafische Benutzeroberfläche (GUI) ermöglicht es Ihnen, Ihre Bilder manuell zu bearbeiten, aber auch Skripte zu verwenden oder Befehle einzugeben. Um zu erfahren, wie Sie Siril im Headless-Modus verwenden, lesen Sie bitte diesen Abschnitt: *Headless Modus*.

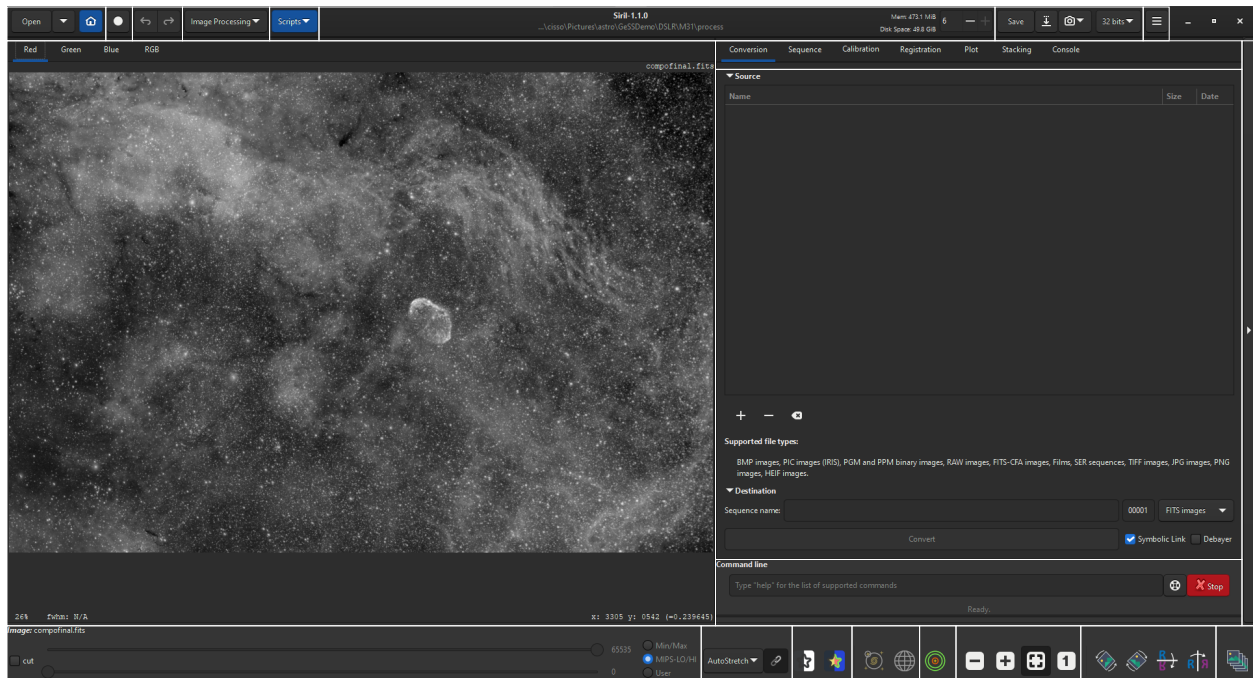
Die Benutzeroberfläche von Siril wurde mit **GTK**, einem freien und quelloffenen und plattformübergreifendem Toolkit für die Erstellung von Benutzeroberflächen geschrieben. Derzeit wird Version 3 verwendet.

Die folgenden Unterabschnitte führen Sie durch das Hauptfenster der Benutzeroberfläche und die nützlichen Menüs.

2.1 Haupt-Benutzerinterface

Beim Start von Siril wird das Haupt-Benutzerinterface geöffnet.

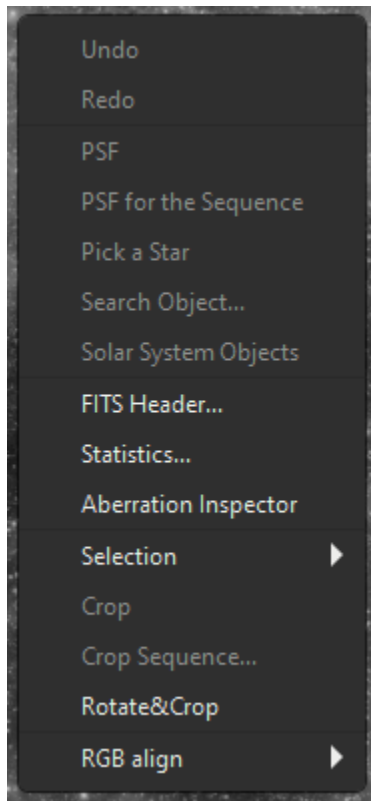
Bemerkung: Klicken sie irgendwo auf das Bild unten, um die Funktionen anzuzeigen.



Bildbereich

Dieser Bereich zeigt das aktuell geladene Bild an. Klicken sie auf *Rot*, *Grün* oder *Blau* um zwischen verschiedenen Ebenen umzuschalten (nur bei Farbbildern, bei Schwarzweißbildern gibt es nur eine einzige Registerkarte *B/W*).

Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Bild, um ein Kontextmenü anzuzeigen:



Tipp: Falls kein Bild geladen ist, öffnet ein Doppelklick auf den Bildbereich den Dialog "Öffnen".

Zu tun: Explain or link (when created) to the different items

Zurück zum Bild

Öffnen

Klicken Sie auf diese Icons (von links nach rechts), um:

- Eine Datei zu öffnen
- Eine kürzlich verwendete Datei zu öffnen
- *Arbeitsverzeichnis* wechseln

Zurück zum Bild

Live-Stacking

Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um eine *Live-Stacking*-Sitzung zu starten.

[Zurück zum Bild](#)

Rückgängig machen/Wiederherstellen

Benutzen Sie diese Schaltflächen, um die letzten Aktionen rückgängig zu machen/wiederherzustellen. Dies ist nur möglich, wenn die letzte Aktion über die grafische Benutzeroberfläche und nicht durch Eingabe eines Befehls durchgeführt wurde.

[Zurück zum Bild](#)

Bildverarbeitung

Klicken sie auf diese Schaltfläche, um das Menü *Verarbeitung* anzuzeigen.

[Zurück zum Bild](#)

Skripte

Klicken Sie auf diese Schaltfläche um die *Skripte* anzuzeigen und zu starten.

[Zurück zum Bild](#)

Informationsleiste

Diese Leiste zeigt die aktuelle Version von Siril und den Pfad zum aktuellen *Arbeitsverzeichnis*.an.

- Auf der rechten Seite werden auch Informationen über den verfügbaren Arbeits- und Festplattenspeicher angezeigt.
- Sie können die maximale Anzahl der von Siril verwendeten Prozessorkerne mit den Schaltflächen + und - ändern.

[Zurück zum Bild](#)

Speichern

Diese Schaltflächen werden benutzt um Ihre Ergebnisse zu speichern:

- Speichert (überschreibt) das aktuelle Bild.
- Speichert unter einem anderen Dateinamen und/oder Dateierweiterung.

In der Dropdown-Liste unten rechts können Sie den Typ des zu speichernden Bildes auswählen. Die Erweiterung wird automatisch zum Dateinamen hinzugefügt. Wenn Sie jedoch im Modus *Unterstützte Bild-Formate* bleiben, können Sie jede von Siril unterstützte Dateierweiterung manuell hinzufügen, und die Datei wird im korrekten Format gespeichert.

- Erstellt einen Schnappschuss der aktuellen Ansicht (so wie sie auf dem Bildschirm zu sehen ist, d.h. die Vorschau wird, falls aktiviert, gestreckt). Es gibt zwei mögliche Optionen: Entweder wird der Schnappschuss in der Zwischenablage gespeichert, oder er wird direkt auf die Festplatte in das *Arbeitsverzeichnis* kopiert.
- Ändert die Bittiefe des aktuellen Bildes. Sie haben die Wahl zwischen 16-Bit und 32-Bit.

[Zurück zum Bild](#)

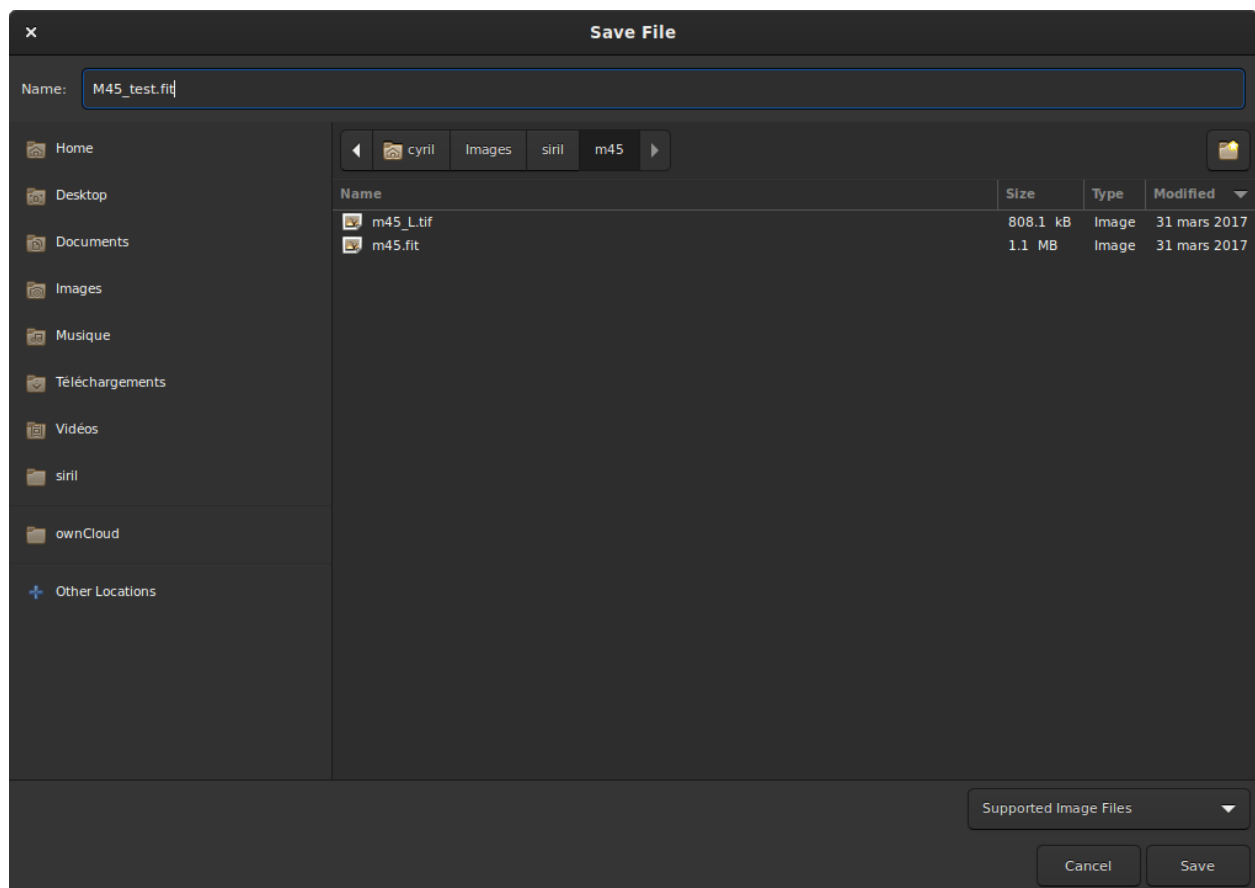


Abb. 1: Dialogbox "Speichern".

Hamburger-Menü

Öffnet das Hauptmenü, auch *Burgermenü* genannt. Ermöglicht den Zugriff auf *Einstellungen*, *astrometrische Lösung* und Vieles mehr.

Zurück zum Bild

Tabs/Registerkarten

Wählt eine der Registerkarten. Sie können auch mit den Tastenkombinationen F1 bis F7 zwischen den verschiedenen Registerkarten wechseln.

Weitere Einzelheiten sind hier zu finden:

- Tab *Umrechnung*
- Tab *Sequenz*
- Tab *Kalibrierung*
- Tab *Registrierung*
- Tab *Grafischer Plot*
- Tab *Stacking*

Zurück zum Bild

Registerkartenfenster

Zeigt die Besonderheiten der aktuell ausgewählten Registerkarte an.

Zurück zum Bild

Kommandozeile

Geben Sie einen *command* ein und drücken Sie **Enter**.

- Sie können die Schaltfläche am Ende der Zeile anklicken, um Hilfe bei der Benutzung zu erhalten.
- Sie können den gerade ausgeführten Prozess auch abbrechen, indem Sie auf die Schaltfläche *Stop* klicken.

Zurück zum Bild

Erweitern

Klicken Sie auf diese Leiste, um den gesamten Bereich der Registerkarte/des Registerkartenfensters zu erweitern oder zu verkleinern.

Zurück zum Bild

Bildlaufleisten

Verwenden Sie den oberen und unteren Schieberegler, um den Weiß- und Schwarzpunkt des Vorschaubildes anzupassen (im Modus Linear).

Tipp: Klicken Sie auf den Namen des geladenen *Bildes* oder der geladenen *Sequenz*, um den Namen in die Zwischenablage zu kopieren (nützlich zum Einfügen in einen Befehl).

[Zurück zum Bild](#)

Vorschau-Modus

Wählen Sie den Vorschaumodus für das geladene Bild aus den folgenden Möglichkeiten:

- Linear
- Logarithmisch
- Quadratwurzel
- Quadratisch
- Asinh
- Autostretch (tick the High Definition box to use a deeper 20-bit LUT instead of the default 16-bit one)
- Histogramm

Im Autostretch-Modus mit Farbbildern, aktiviert/deaktiviert diese Checkbox auf der rechten Seite die Kanalverknüpfung. Wenn die Verknüpfung aufgehoben ist, werden die 3 Farbebenen unabhängig voneinander gestreckt, um ein farblich neutraleres Bild zu erhalten.

Warnung: Hierbei handelt es sich nur um eine Vorschau des Bildes, nicht um die tatsächlichen Daten (außer bei Auswahl des linearen Modus). Vergessen Sie nicht, Ihre Bilder zu strecken, bevor Sie sie speichern.

[Zurück zum Bild](#)

Spezielle Ansichten

Verwenden Sie diese Schalter um Vorschaubilder anzuzeigen:

- mit invertierten Farben
- in Falschfarben

[Zurück zum Bild](#)

Astrometrische Werkzeuge

Benutzen Sie diese Schalter um Folgendes anzuzeigen:

- *Astrometrische Beschriftungen*
- Koordinaten-Gitternetz

Warnung: Es muss eine astrometrische Lösung für das Bild gefunden worden sein, damit diese Schaltflächen aktiv sind.

Zurück zum Bild

Schnelle Photometrie

Benutzen Sie diesen Schalter um den Modus *Schnelle Photometrie* zu aktivieren.

Zurück zum Bild

Zoom

Benutzen Sie diese Schaltflächen um:

- Herauszoomen
- Hereinzoomen
- Zoom an die verfügbare Fenstergröße anpassen
- Zoom auf die tatsächliche Größe

Tipp: Strg+linke Maustaste ermöglicht die Navigation im Bild

Tipp: Strg+Mausrad vergrößert/verkleinert und Strg + 0 / 1 vergrößert auf die Fenstergröße bzw. 100%.

Zurück zum Bild

Geometrische Transformationen

Benutzen Sie diese Schaltflächen um:

- Nach links zu drehen
- Nach rechts zu drehen
- Entlang der horizontalen Achse zu spiegeln
- Entlang der vertikalen Achse zu spiegeln

Zurück zum Bild

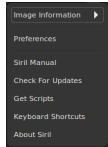
Bildauswahl

Klicken Sie auf diese Schaltfläche um die *Bildauswahl* zu öffnen.

Zurück zum Bild

2.2 Hamburger-Menü

2.2.1 Erste Seite



Bildinformation

Ruft die andere Seite dieses Menüs auf.

Voreinstellungen

Öffnet das Menü *Einstellungen*.

Siril-Handbuch

Öffnet die Online-Dokumentation `<https://siril.readthedocs.io>`_`.

Nach Updates suchen

Prüft, ob eine neuere Version verfügbar ist.

Skripte laden

Öffnet die *Seite*, um weitere Skripte als die mit Siril mitgelieferten herunterzuladen.

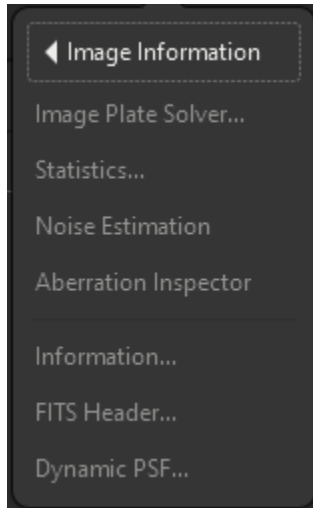
Tastenkürzel

Öffnet ein Fenster, das alle verfügbaren *Tastenkürzel* anzeigt.

Über Siril

Öffnet einen Dialog mit Versionsinformationen und Credits.

2.2.2 Zweite Seite



Astrometrische Lösung

Öffnet den *Dialog* zur astrometrischen Lösung.

Statistik

Öffnet den Dialog *Statistik*.

Einschätzung des Rauschens

Startet eine Rauschabschätzung für das geladene Bild. Die Ergebnisse werden in die Konsole geschrieben.

Inspektor für die Bildfeldwölbung (Aberration Inspektor)

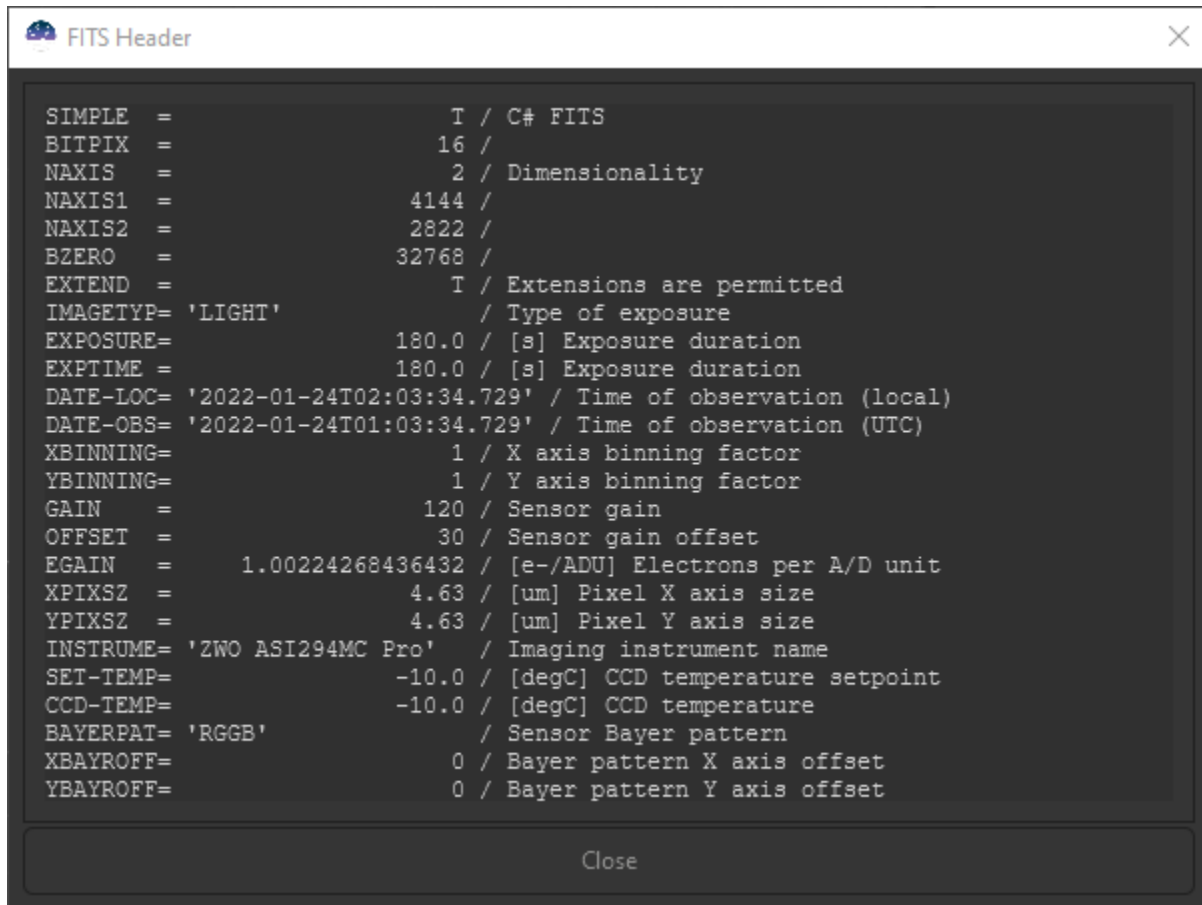
Öffnet den Dialog *Aberrationsprüfung*.

Information

Öffnet den Dialog *Information*.

FITS Header


Zeigt den Inhalt des FITS-Headers des geladenen Bildes an.

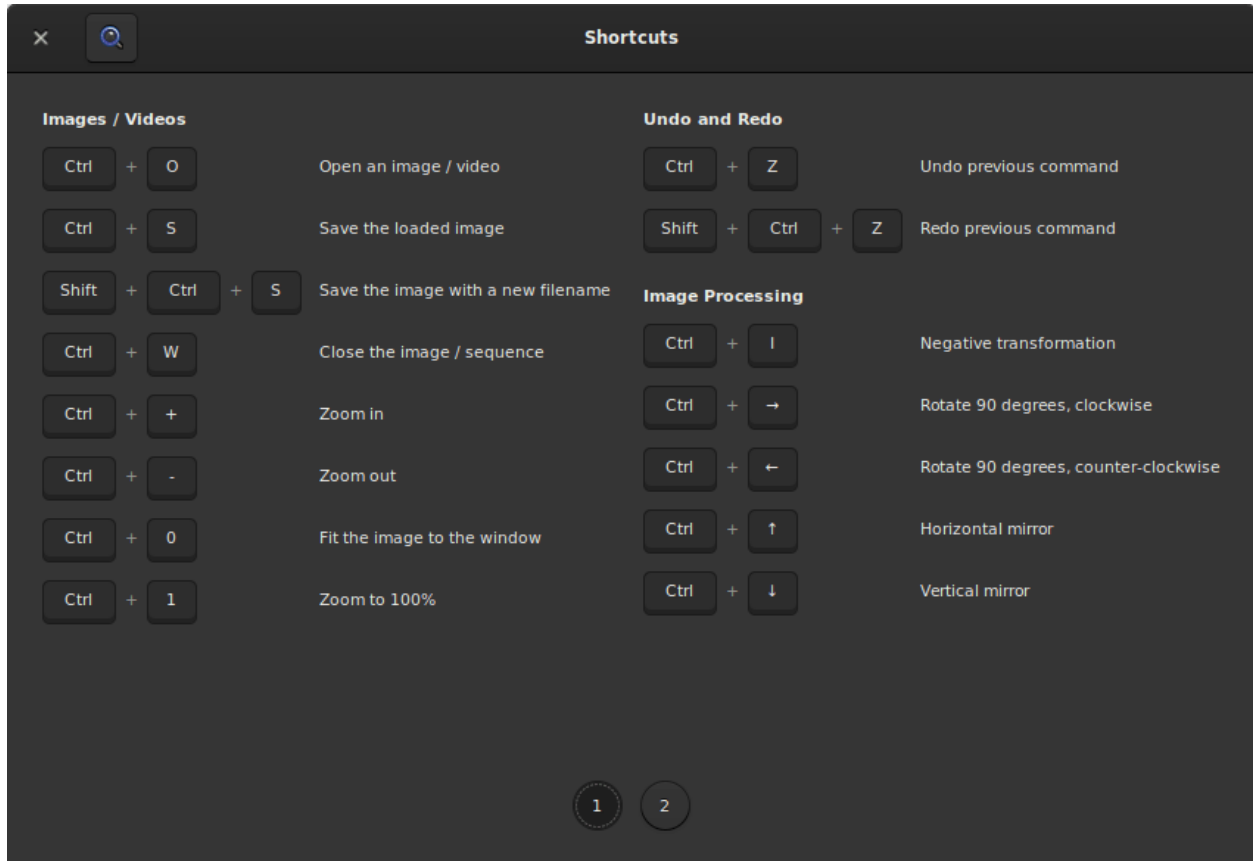


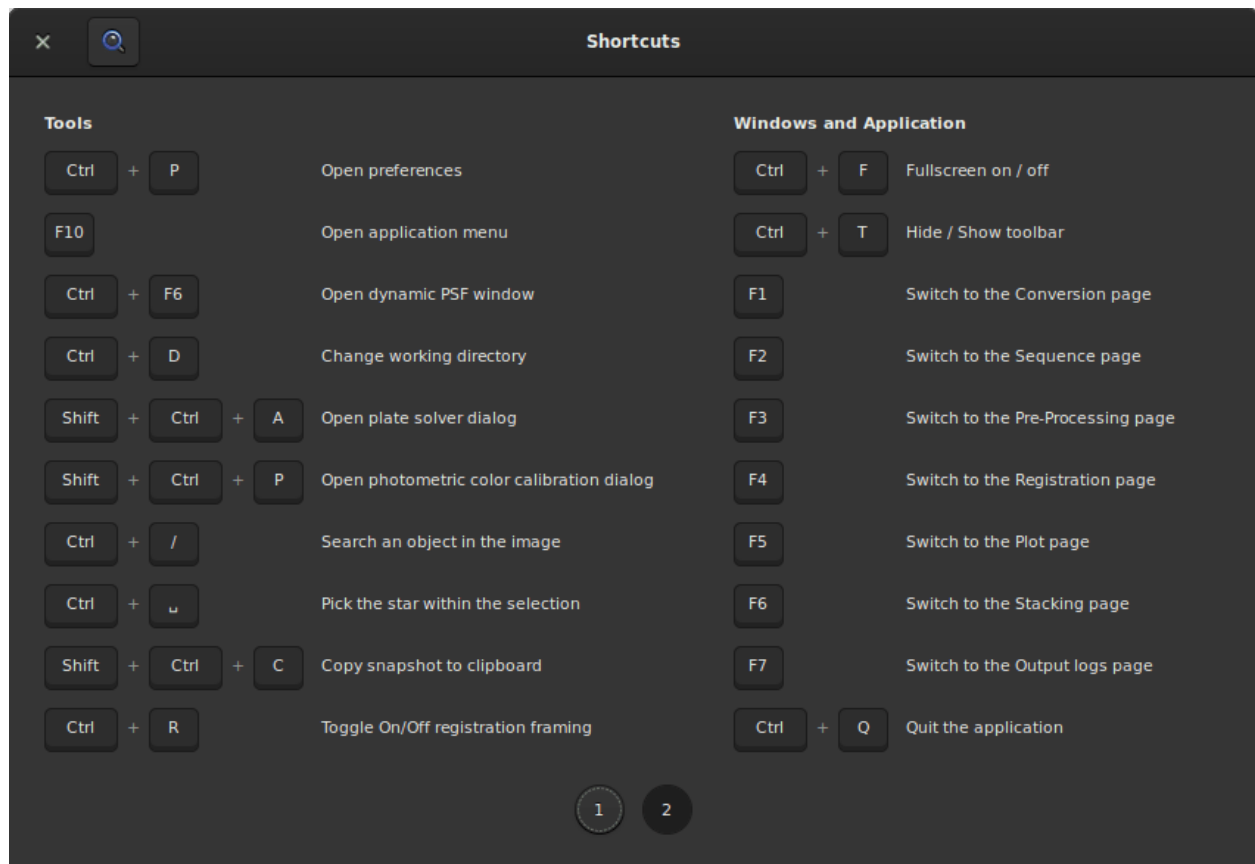
Dynamische Point Spread Funktion

Öffnet den Dialog *Dynamisches PSF*.

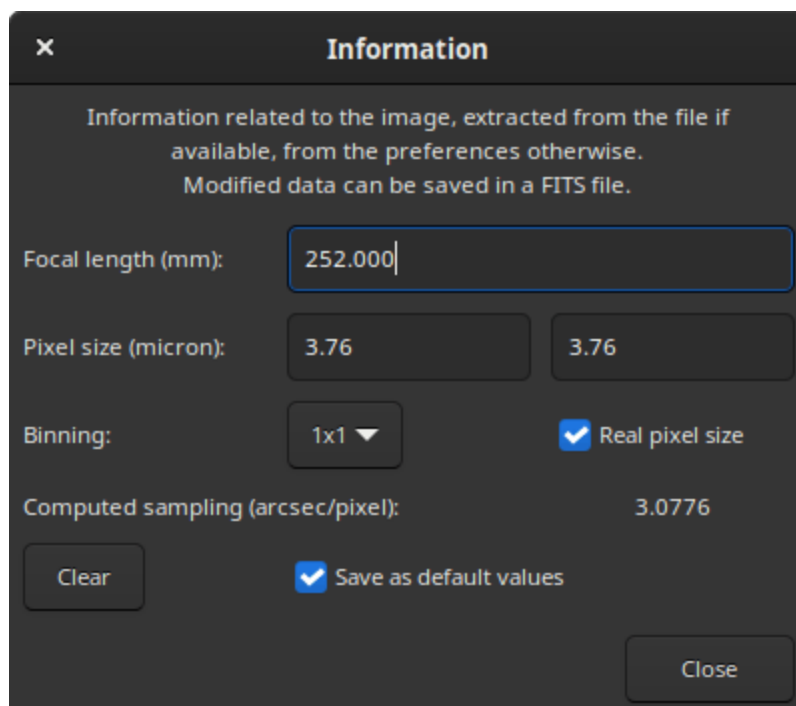
2.3 Tastenkürzel

Siril verwendet verschiedene Tastenkürzel für den Zugriff auf Bearbeitungswerkzeuge oder zur Bearbeitung des Programms und/oder der Bilder. Diese Tastenkürzel werden im Dialog *Tastenkürzel* aufgeführt, der über das Hamburgermenü  zugänglich ist.





2.4 Fenster mit Bildinformationen



Dieses Fenster enthält Informationen über die Abtastrate des geöffneten Bildes. Die Abtastrate, manchmal auch Auflösung oder Maßstab genannt, gibt an, wie viel Winkel des Himmels in einem Pixel zu sehen ist, wie er durch das Instrument gesehen wird. Sie hängt von zwei Dingen ab: von der Brennweite des Instruments und von der Pixelgröße des Sensors, die wiederum vom Binning-Modus abhängt.


FITS-Header können diese Informationen enthalten, wenn sie in der Erfassungssoftware eingestellt wurden. In diesem Fall sind dies die Werte, die in diesem Fenster angezeigt werden. Wenn die Metadaten des Bildes diese Informationen nicht enthalten, weil sie der Erfassungssoftware nicht bekannt sind oder weil das Dateiformat sie nicht unterstützt, ist dieses Dialogfeld dennoch verfügbar und wird mit *Standardwerten* gefüllt. Sie können geändert und für verschiedene Operationen von Siril verwendet werden, die Abtastinformationen erfordern, z. B. die Anzeige der FWHM in Bogensekunden anstelle von Pixeln.

Standardwert ist "kein Binning" (1x1) und eine in den Einstellungen gespeicherte Brennweite und Pixelgröße. Die in den Einstellungen gespeicherten Werte können von diesem Dialog aus gesetzt werden, indem Sie die Schaltfläche *Als Standardwerte speichern* aktivieren, bevor Sie auf *Schließen* klicken. Sie können auch gesetzt werden, indem man eine astrometrische Auflösung des Bildes durchführt, auch *Plate Solve* genannt, wenn die Option, die Standardwerte zu aktualisieren, wenn ein Ergebnis gefunden wird, in den Voreinstellungen <preferences/preferences_gui:Astrometry>` aktiviert ist :ref:`.

Die in diesem Fenster angezeigten Werte werden im aktuell geladenen Bild gespeichert, und wenn dieses Bild als FITS gespeichert wird, werden sie im FITS-Header gespeichert.

Die Binning-Verwaltung kann je nach Erfassungssoftware in zwei Formen erfolgen: Die tatsächliche Pixelgröße wird angegeben, muss aber mit dem Binning multipliziert werden (wenn *Echte Pixelgröße* angekreuzt ist), die bereits multiplizierte Pixelgröße wird angegeben (wenn nicht angekreuzt).

Arbeitsverzeichnis

Das Arbeitsverzeichnis (`wd`), auch als aktuelles Arbeitsverzeichnis (`cwd`) bekannt, ist das Verzeichnis, in dem Siril arbeitet. Seine Wahl ist ein entscheidender Schritt, insbesondere bei der Verwendung von Skripten. Die falsche Wahl von `cwd` ist für 90 % der *Skript*-Fehler verantwortlich. Dieser Ordner wird durch Klicken auf den *Home*-Button in Form eines Hauses ausgewählt: . Dies ist das Verzeichnis, in dem Siril standardmäßig Bilder speichert (sofern kein anderer Pfad angegeben ist) und auch das Verzeichnis, in dem nach *Sequenzen* gesucht wird.

Sobald das Verzeichnis ausgewählt wurde, kann sein Pfad einfach in der Titelleiste des Anwendungsfensters unter der Versionsnummer überprüft werden, wie in der Abbildung unten dargestellt.



Abb. 1: Angezeigtes Arbeitsverzeichnis in der Titelleiste. Hier ist es ein Linux-Pfadname.

Voreinstellungen

Voreinstellungen sind Einstellungen, die bei jeder Sitzung von Siril erhalten bleiben und die Ihre bevorzugten Auswahlmöglichkeiten für viele der Werkzeuge festlegen.

Seit Version 1.2.0 sind sie sowohl über die *Benutzeroberfläche* als auch programmatisch über die Befehle *set/get commands* zugänglich.

Standardmäßig findet sich die Voreinstellungsdatei hier:


- `~/.config/siril/config.ini` (Linux)
- `%LOCALAPPDATA%\sirilconfig.ini` (Windows)
- `~/Library/Application Support/org.free-astro.Siril/siril/config.ini` (MacOS)

Falls Sie mehrere Konfigurationsdateien verwenden möchten, können Sie auswählen, mit welcher Sie beginnen möchten, indem Sie ein Terminal öffnen und folgenden Befehl eingeben:

```
siril -i path/to/my_other_config.ini
```

Warnung: Siril muss in Ihrem Suchpfad enthalten sein, um **siril** wie in der obigen Zeile verwenden zu können. Andernfalls verwenden Sie den vollständigen Pfadnamen zur Siril-Programmdatei.

4.1 Einstellungen (GUI)

Die Einstellungen sind über das Burgermenü  oder über das Tastenkürzel **Strg + P** erreichbar. Es gibt 10 Seiten und jede Seite repräsentiert ein Thema. Die Einstellungen ermöglichen es mehr oder weniger fortgeschrittenen Benutzern, Siril so zu optimieren, dass es ihren Bedürfnissen am besten entspricht. Einige Einstellungen können sich negativ auf die Leistung von Siril auswirken, daher ist es ratsam, die Einstellungen nur zu verändern, wenn Sie wissen, was Sie tun. Am unteren Rand des Einstelldialogs befinden sich drei Schaltflächen: *Zurücksetzen* setzt alle Einstellungen auf den Standardwert zurück, *Abbruch* macht die aktuellen Änderungen rückgängig und *Anwenden* schließt den Dialog und speichert die Einstellungen.

4.1.1 FITS/SER Debayer

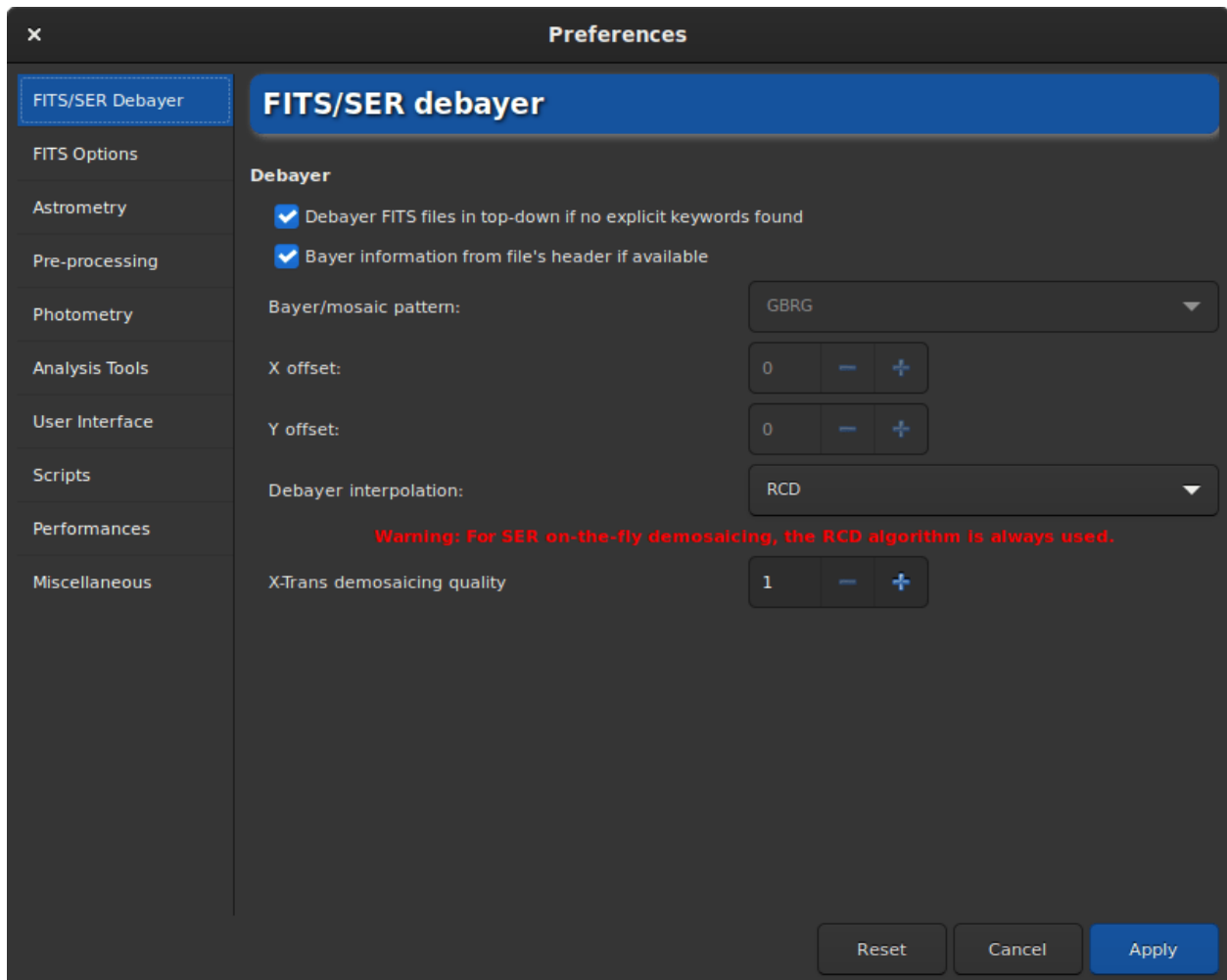


Abb. 1: Seite 1 des Einstellungen-Dialogs

Die Registerkarte **FITS/SER debayer** ermöglicht es dem Benutzer die Debayer-Einstellungen für FITS-, SER- oder TIFF-Dateien zu definieren. Daher ist diese Registerkarte nur für Benutzer mit einer OSC-Kamera sinnvoll. Es ist ratsam, die Standardeinstellungen beizubehalten, da Siril automatisch die richtigen Einstellungen festlegt, die zu verwenden sind. Im Falle einer TIFF-Datei, die keine AstroTIFF-Datei ist, oder einer Datei, die nicht alle erforderlichen Schlüsselwörter enthält, kann es jedoch erforderlich sein, die Einstellungen manuell anzupassen. In diesem Fall müssen Sie das Häkchen bei der Schaltfläche *Benutzer Bayer-Matrix aus dem Datei-Header, wenn verfügbar* entfernen. Dadurch werden mehrere Einstellungen freigeschaltet, die der Benutzer ändern kann.

- **Bayer-/Mosaikmuster:** In diesem Dropdown-Menü können Sie den Typ der von der Kamera verwendeten Bayer-Matrix auswählen. Dies ist in der Regel in den Herstellerangaben angegeben. Seien Sie jedoch vorsichtig, dieses Feld ist eng mit der Option *Debayer FITS-Dateien von oben nach unten falls keine expliziten Schlüsselwörter gefunden werden* verknüpft und die Ergebnisse werden unterschiedlich sein, unabhängig davon, ob sie aktiviert ist oder nicht. Weitere Erläuterungen zu dieser letzten Option finden Sie [hier](#).
- **X Offset:** In seltenen Fällen werden Dateien mit einer Bayer-Array-Verschiebung aufgezeichnet. Wir können einen Offset von 1 auf der X-Achse und einen Offset von 1 auf der Y-Achse definieren. Hier definiert der Wert, ob es einen Versatz in X gibt.
- **Y Offset:** Y-Offset der Bayer-Matrix.

Wenn Sie diese Einstellungen ändern, wird jedes Mal ein anderes Demosaicing durchgeführt. Deshalb ist es ratsam, die Einstellungen in der Standardeinstellung zu belassen, es sei denn, Sie sind sich wirklich sicher, was Sie tun.

Eine weitere Option, die sich weniger auf das Endergebnis auswirkt, ist die Wahl des in **Debayer Interpolation** vorge schlagenen Demosaicing-Algorithmus. Zur Auswahl stehen die folgenden Verfahren:

- **Schnelles Debayern** ist der schnellste in Siril verfügbare Algorithmus. Die anderen unten aufgeführten Algorithmen sind jedoch oft besser.
- **VNG4**, Threshold-Based Variable Number of Gradients (schwollenwertbasierte variable Anzahl von Farbverläufen), arbeitet mit einer 5x5-Pixel-Nachbarschaft um jedes Quellpixel. Dieser Algorithmus eignet sich sehr gut für kontrastarme, flache Bildbereiche (z. B. den Himmelshintergrund), erzeugt aber Artefakte in kontrastreichen Bereichen (z. B. Sterne).
- **AHD**, Adaptive Homogeneity-Directed, ist ein weiterer bekannter Debayer-Algorithmus. Er zeigt jedoch in der Regel Artefakte im Hintergrund und schlechte Sternformen.
- **AMaZE**, Aliasing Minimization and Zipper Elimination, ist ein Algorithmus, der besonders bei rauscharmen Aufnahmen gute Ergebnisse liefert.
- **DCB**, Double Corrected Bilinear, ein neuerer Algorithmus, kann wie AHD einige Artefakte im Hintergrund aufweisen.
- **HPHD**, Heterogeneity-Projection Hard-Decision, ist ein älterer Algorithmus, der gute Ergebnisse liefert, aber recht langsam ist.
- **IGV** und **LMMSE** sind sehr gut für die Arbeit mit stark verrauschten Bildern geeignet. IGV neigt jedoch dazu, einige Farbinformationen zu verlieren, während LMMSE einer der rechenintensivsten Demosaikierer ist und viel Speicherplatz benötigt.
- **RCD**, Ratio Corrected Demosaicing, soll die Farbkorrekturfehler glätten, die bei vielen anderen Interpolationsmethoden üblich sind. Es eignet sich hervorragend für runde Kanten, z. B. bei Sternen, und ist daher der in Siril verwendete Standardalgorithmus.

Für den X-Trans-Sensor wird unabhängig von der in den Einstellungen gewählten Methode ein spezieller Algorithmus namens **Markesteijn** verwendet. Für letzteren ist es möglich, die gewünschte Qualität mit der Option **X-Trans-Demosaikierungsqualität** zu definieren. Sie definiert die Anzahl der Durchläufe für den X-Trans Markesteijn Demosaicing-Algorithmus, 1 ist die Standardeinstellung, 3 kann etwas besser sein, ist aber langsamer.

Warnung: Für das schnelle On-The-Fly-Debayern von **SER**-Dateien wird unabhängig von der Auswahl im Dropdown-Menü immer der RCD-Algorithmus verwendet. Dadurch ist Siril in Bezug auf die Ausführungsgeschwindigkeit effizienter und bietet eine gute Qualität.

4.1.2 FITS Optionen

Die Seite **FITS-Optionen** enthält alle Einstellungen, die sich auf das von Siril verwendete native Dateiformat beziehen.

- **Fits-Dateienerweiterung:** Standardmäßig ist der Wert auf **.fit** eingestellt. Viele Aufnahmeprogramme verwenden jedoch die Erweiterung fits. In diesem Fall raten wir Ihnen, den Wert anzupassen. Alle von Siril erstellten Dateien werden die hier definierte Erweiterung haben. Außerdem können nur Sequenzen mit der in den Einstellungen festgelegten Erweiterung geladen werden. Es ist daher nicht möglich, eine **.fits**-Sequenz und eine **.fit**-Sequenz zu öffnen, ohne diesen Wert zu aktualisieren. Unterstützte Erweiterungen sind:
 - **.fit**
 - **.fits**
 - **.fts**

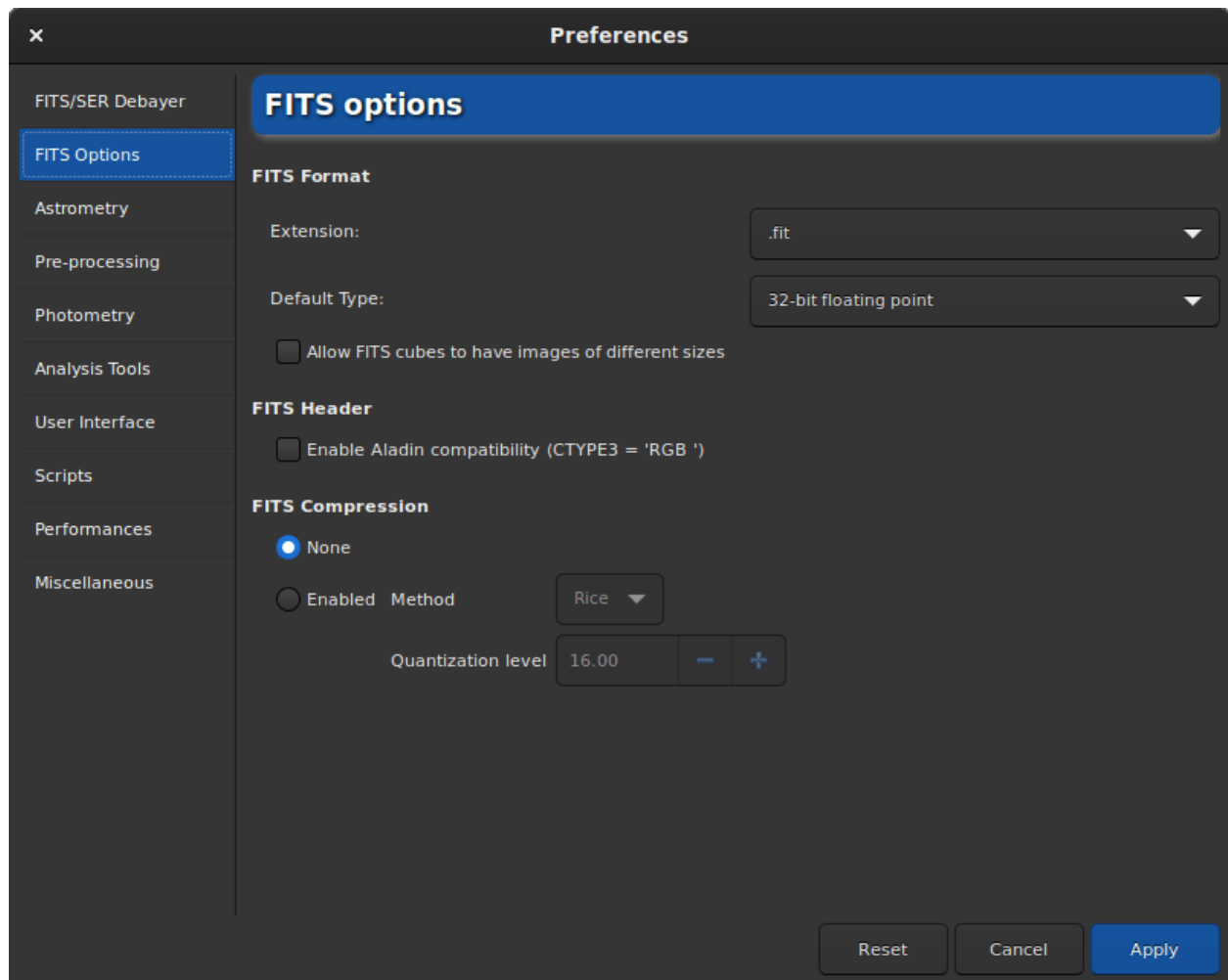


Abb. 2: Seite 2 des Einstellungs-Dialogs

Sie können alle mit der Erweiterung **.fz** versehen werden, wenn die Daten komprimiert sind.

Siril Kommandozeile

```
setext extension
```

Legt die verwendete und von Sequenzen erkannte Erweiterung fest.

Das Argument **Erweiterung** kann "fit", "fts" oder "fits" sein

-
- **Standardeinstellung:** Standardmäßig arbeitet Siril mit 32-Bit-Fließkommazahlen im Bereich [0, 1]. Dies ist der beste Weg, um eine hohe Genauigkeit zu erreichen. Aus Gründen des Speicherplatzes auf der Festplatte kann ein Benutzer jedoch auch mit 16-Bit-Ganzzahlen ohne Vorzeichen (im Bereich [0, 65535]) arbeiten. Seien Sie jedoch vorsichtig, denn bei einem 16-Bit-Stacking können viele Informationen verloren gehen.
 - **Erlaubt FITS Würfeln unterschiedliche Größe:** Dies kann nützlich sein, um wissenschaftliche FITS-Dateien zu öffnen, die nicht von Siril erstellt wurden und die mehrere Bilder unterschiedlicher Größe enthalten, die sonst als ungültige Siril FITSEQ-Dateien betrachtet würden. Die JWST-Bilder sind ein gutes Beispiel für die Verwendung dieser Option.
 - **Kompatibilität für Aladin einschalten (CTYPE3 = 'RGB'):** Aladin betrachtet einen 3D-FITS-Würfel als RGB-Bild (Rot-, Blau- und Grün-Komponenten), wenn das FITS-Schlüsselwort CTYPE3 = 'RGB' im Header angegeben ist. In diesem Fall werden alle BITPIX Werte unterstützt. Ohne die Angabe des FITS-Schlüsselwortes CTYPE3 = 'RGB' werden nur FITS-Würfel mit 3 Frames in der gleichen Dimension und mit einem BITPIX=8 automatisch als RGB-FITS erkannt.

Warnung: Diese Option kann zu Konflikten mit der Astrometrie-Funktion führen und sollte nur aktiviert werden, wenn sie wirklich notwendig ist.

- **Aktualisierung der Pixelgröße von gebinnten Bildern:** Für die Berechnung der Abtastrate kann die Pixelgröße auf zwei verschiedene Arten angegeben werden: die tatsächliche Pixelgröße wird angegeben, muss aber mit dem Binning multipliziert werden (wenn angekreuzt), die bereits multiplizierte Pixelgröße wird angegeben (wenn nicht angekreuzt). Dies hängt von der Erfassungssoftware ab, die zur Erstellung der FITS-Datei verwendet wird.
- **FITS Kompression:** Die Komprimierung kann in einigen Fällen interessant sein, in denen der Speicherplatz auf der Festplatte ein entscheidender Punkt bei der Verarbeitung ist. Weitere Informationen finden Sie in dem Abschnitt, der dem FITS-Format gewidmet ist, [hier](#).

Die Komprimierung fügt den erzeugten Dateien die Erweiterung **.fz** hinzu. Siril ist in der Lage, eine Sequenz mit der Erweiterung **.fz** zu öffnen, ohne einen Wert in den Voreinstellungen ändern zu müssen.

Siril Kommandozeile

```
setcompress 0/1 [-type=] [q]
```

Legt fest, ob Bilder komprimiert werden oder nicht.

0 bedeutet keine Kompression, während **1** die Kompression aktiviert.

Wenn die Komprimierung aktiviert ist, muss der Typ ausdrücklich in der Option **-type=** angegeben werden ("rice", "gzip1", "gzip2").

Im Zusammenhang mit der Komprimierung muss der Quantisierungswert im Bereich [0, 256] liegen.

Beispiel: "setcompress 1 -type=rice 16" stellt die Rice-Kompression mit einer Quantisierung von 16 ein

4.1.3 Astrometrie

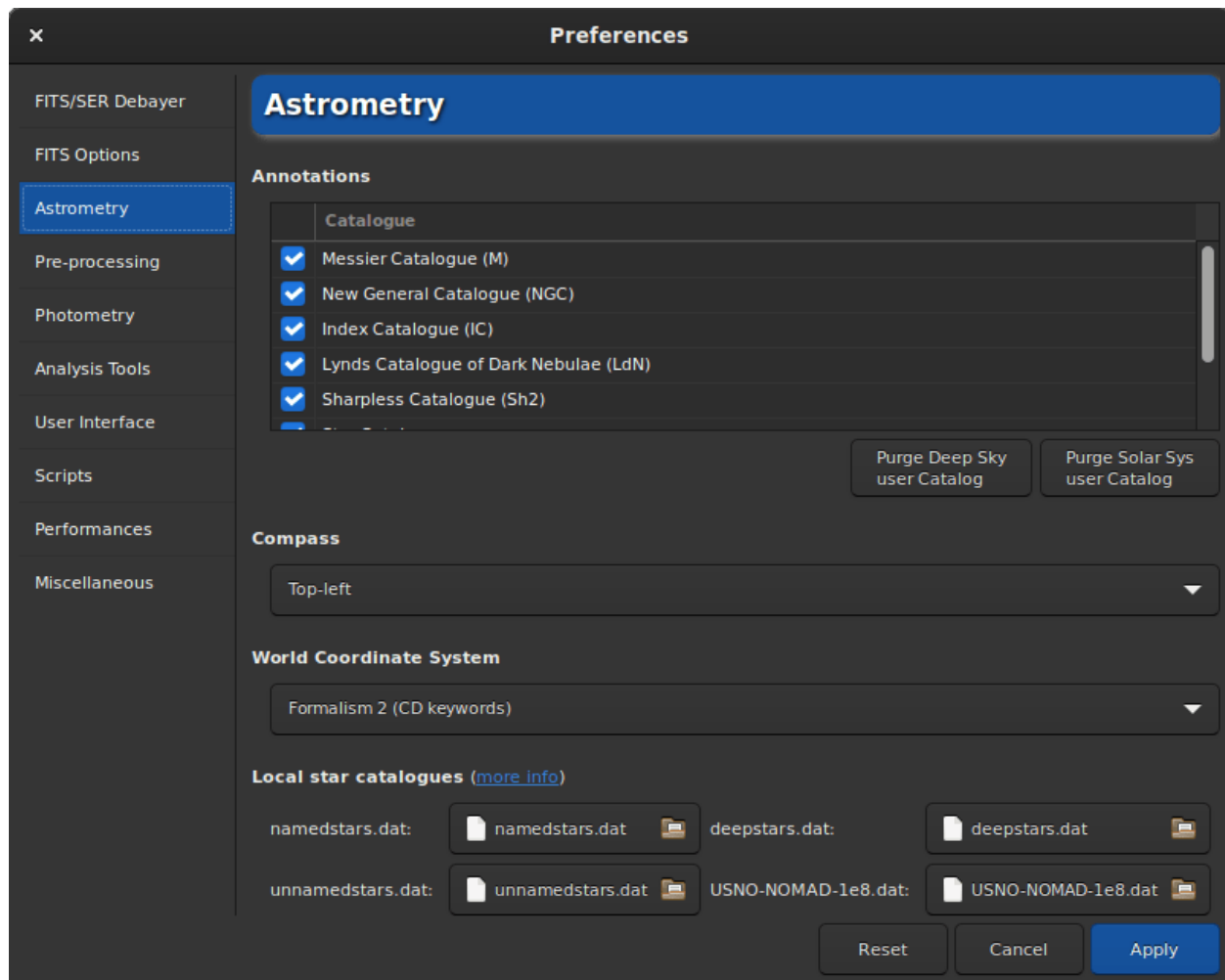


Abb. 3: Seite 3 des Einstellungs-Dialogs

Diese Registerkarte enthält alle Optionen im Zusammenhang mit der Astrometrie. Die Astrometrie ist eine in Siril stark implementierte Funktion. Wenn das Bild astrometrisch gelöst ist (d.h. wenn die Astrometrie erfolgreich war), ist es möglich, die Namen der bekannten Objekte anzuzeigen. Insbesondere diejenigen, die in den großen astronomischen Katalogen aufgeführt sind. Im Teil "Beschriftungen" kann man festlegen, welche Kataloge für die Anzeige der Beschriftungen verwendet werden können. Derzeit gibt es 6 davon, und sie können ausgewählt werden, um ignoriert zu werden:

- Messier katalog

- New General Catalogue (NGC)
- Index Catalogue (IC)
- Lynds' Catalogue of Bright Nebulae (LBN)
- Sharpless Catalogue (Sh2)
- Catalogue of Brightest stars

Zusätzlich zu dieser Liste gibt es zwei weitere Kataloge, die vom Benutzer ausgefüllt werden. Einer betrifft die Deep-Sky-Objekte, der andere Objekte des Sonnensystems. Sie können im Abschnitt *Beschriftungen* in dieser Dokumentation besser beschrieben werden.



Durch Klicken auf die Schaltfläche *Objektnamen anzeigen* (nur, wenn das Bild eine astrometrische Lösung hat), werden die Beschriftungen auf dem Bild angezeigt. Es ist auch möglich, auf die Schaltfläche zur Anzeige des



Himmels-Koordinatensystems zu klicken. Letzteres fügt standardmäßig einen Kompass in die Mitte des Bildes ein. Im Abschnitt **Kompass** können Sie die gewünschte Position für die Anzeige des Kompasses festlegen.

Der Abschnitt **Weltsystemkoordinaten** erlaubt es folgendes zu wählen

- **Formalismus 1 (CD-Stichwörter):** Im PC i_j -Formalismus werden die Matrixelemente m_{ij} (lineare Transformationsmatrix) in PC i_j (fließend-wertig) Header-Karten und si als CDEL i kodiert. Die i und j Indizes werden ohne führende Nullen verwendet, z.B. PC 1_1 und CDEL 1. Die Standardwerte für PC i_j sind 1.0 für $i = j$ und 0.0 ansonsten. Die PC i_j -Matrix darf nicht singular sein; sie muss eine Inverse haben. Außerdem müssen alle CDEL i ungleich Null sein.
- **Formalismus 2 (PC-Stichwörter):** Die Schlüsselwörter CD i_j (mit Fließkommazahlen) kodieren das Produkt $s_i m_{ij}$. Die i und j Indizes werden ohne führende Nullen verwendet, z.B. CD 1_1. Die Matrix CD i_j darf nicht singular sein; sie muss eine Inverse haben. CDEL i und CROTA i dürfen mit CD i_j koexistieren, um alten FITS-Interpretern zu helfen, müssen aber von neuen Lesern ignoriert werden.

Der Teil **Lokale Sternkataloge** des Dialogfensters bezieht sich auf die Verwendung lokaler Kataloge zur Plattenauflösung von Bildern. Diese Funktion wird im Abschnitt *Astrometrische Beschriftungen* in dieser Dokumentation ausführlich beschrieben.

Eine Option im Abschnitt **Allgemeine astrometrische Lösung** legt fest, ob die berechnete Brennweite und die Pixelgröße in den Einstellungen als Standardwerte für Bilder gespeichert werden, die nicht die entsprechenden Metadaten haben, wenn eine astrometrische Lösung gefunden wird.

Der letzte Abschnitt ist dem solve-field Plate-Solver aus der astrometry.net Suite gewidmet.

- **Grad der Polynomkorrektur:** astrometry.net kann eine Polynomkorrektur (SIP) verwenden, um mit optischen Verzerrungen/Abberationen zu arbeiten, dies ist die Ordnung des Polynommodells. 0 schaltet es aus.
- **Abtastratentoleranz:** Prozentsatz, der unterhalb und oberhalb der erwarteten Abtastrate liegen darf. Die gegebene Abtastrate wird mit $1 + \text{dies} / 100$ multipliziert oder geteilt.
- **Zielradius:** erlaubter Suchradius um die Zielkoordinaten für die Lösung (Grad). Unbenutzt für blinde (kein Ziel übergeben) Lösungen.
- **.xyls-Dateien nicht löschen:** Die Liste der Sterne wird als FITS-Tabelle an solve-field übergeben, aktivieren Sie dies, damit die Datei im Arbeitsverzeichnis bleibt.
- **.wcs-Dateien nicht löschen:** Die Ergebnisse von solve-field werden in einem FITS-Header mit einem Dateinamen gespeichert, der auf .wcs endet. Aktivieren Sie diese Option, um diese Datei nicht zu entfernen.
- **Maximale Sekunden für den Lösungsversuch:** erlaubte Zeit für die Lösung für jede Katalogdatei. Sie kann nur dann als Gesamtlösungszeit verwendet werden, wenn solve-field in seiner Konfigurationsdatei so konfiguriert ist.

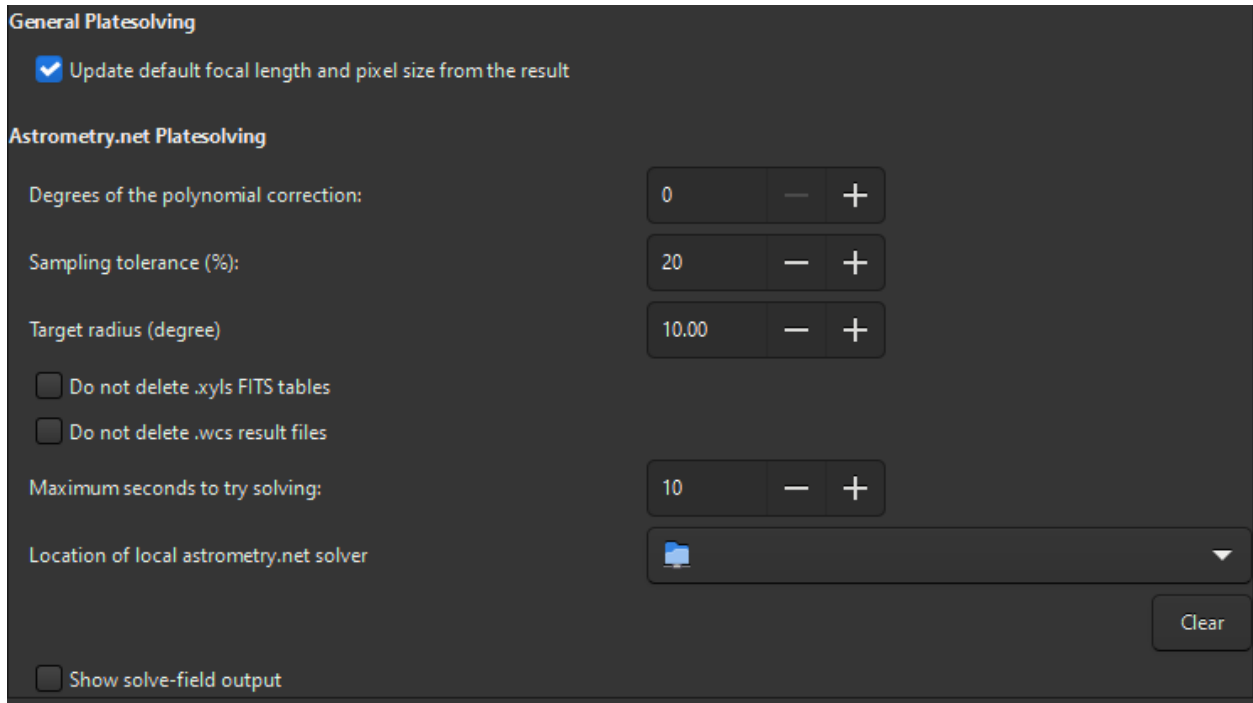


Abb. 4: Unten auf Seite 3 des Einstellungsdialogs (astrometry.net)

- **Verzeichnis des lokalen astrometry.net-Lösers:** Um Astrometry.net lokal in Siril nutzen zu können, kann es erforderlich sein, Siril den Pfad mitzuteilen, auf dem er installiert wurde. Auf UNIX-basierten Systemen befindet es sich im Allgemeinen in der Variablen „PATH“ und ist nicht erforderlich. Wenn Sie unter Windows das Standardinstallationsverzeichnis, also „%LOCALAPPDATA%\cygwin_ansvr“, nicht geändert haben, sucht Siril ohne zusätzliche Konfiguration danach. Wenn Sie Cygwin haben und astrometry.net aus den Quellen erstellt haben, müssen Sie hier das Cygwin-Stammverzeichnis angeben.
- **Ausgabe von solve-field anzeigen:** gibt die Ausgabe des Solvers im Hauptprotokollfenster von Siril aus, andernfalls wird nur das Ergebnis angezeigt.

4.1.4 Kalibrierung/Pre-Processing

Die Registerkarte Pre-Processing enthält alle Elemente im Zusammenhang mit den Schritten, die bis vor dem Stacking ausgeführt werden. Hier ist es möglich, eine Bibliothek mit einem Bias, einem Dark und einem Flat zu verwalten, den Ausgabenamen der gestackten Datei oder spezifische Korrekturen für Kameras, die den X-Trans-Sensor verwenden einzustellen.

- **Dark/Bias/Flat-Bibliotheken:** In diesem Abschnitt ist es möglich, einen Offset, einen Dark und einen Flat zu laden, die standardmäßig bei der Vorverarbeitung verwendet werden, wenn die Schaltfläche rechts neben dem Textfeld, *Als Standard verwenden* angekreuzt ist. Jeder Pfad wird auch in den reservierten Schlüsselwörtern \$defbias, \$defdark und \$defflat (ein Token \$) gespeichert, die beim Speichern eines Stacking-Ergebnisses verwendet werden können. Was die Biasframes betrifft, so ist es möglich, mehr als nur einen Dateipfad zu verwenden. In der Tat ermutigt das Siril-Team die Benutzer, einen synthetischen Bias zu verwenden, wie in diesem [Tutorial](#) erklärt. Es sind dann mehrere Werte möglich, solange das erste eingegebene Zeichen das Zeichen = ist. Es ist möglich, einen festen ganzzahligen Wert wie =500 oder eine Multiplikation mit dem Schlüsselwort \$OFFSET (ein Token \$) zu verwenden, solange letzteres tatsächlich im Header der FITS-Datei registriert ist, wie 10*\$OFFSET. Weitere Details werden im Tutorial gegeben.
- **Stacking Standardeinstellungen:** Hier legen wir den Standardnamen fest, den wir den Stacking-Ergebnissen

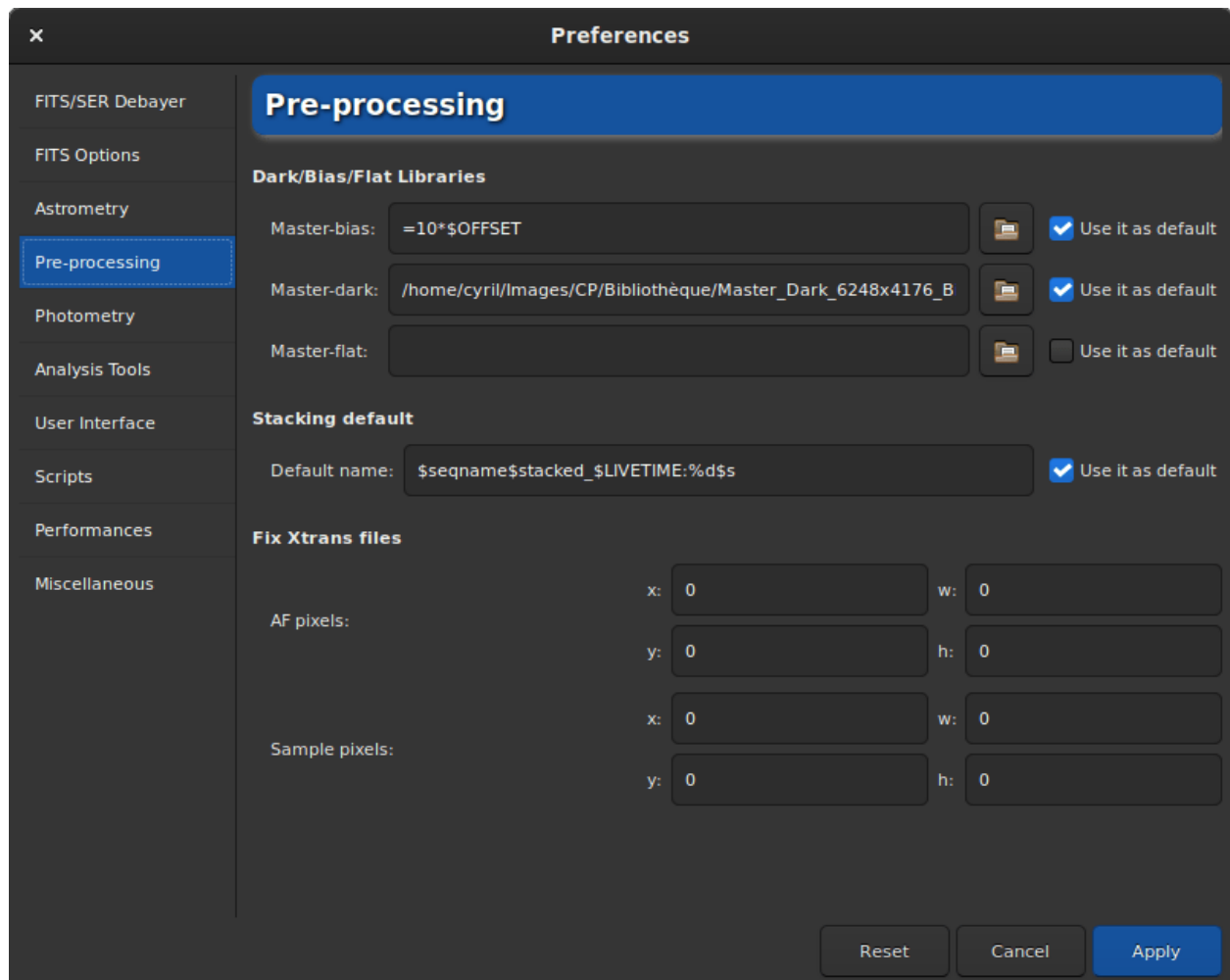


Abb. 5: Seite 4 des Einstellungs-Dialogs

geben wollen. Es ist möglich, jeden Wert, der im FITS-Header angegeben ist, als Schlüsselwort zu verwenden und ihn mit `$`-Token zu umgeben. Wenn das Schlüsselwort nicht existiert, wird die Variable verwendet, andernfalls ist es ihr Wert. Ein weiteres reserviertes Schlüsselwort, das verwendet werden kann, ist `$seqname$`. Es enthält den Namen der geladenen Sequenz. Zum Beispiel, der folgende Standardname, `$seqname$stacked_$LIVETIME:%d$s` mit einem Sequenznamen `r_pp_light_` und dem folgenden FITS-Header:

```
...
DATE      = '2022-12-08T22:21:14' / UTC date that FITS file was created
DATE-OBS= '2015-08-21T22:18:25' / YYYY-MM-DDThh:mm:ss observation start, UT
STACKCNT=          13 / Stack frames
EXPTIME =          300. / Exposure time [s]
LIVETIME=        3900. / Exposure time after deadtime correction
EXPSTART=  2457256.42945602 / Exposure start time (standard Julian date)
EXPEND  =  2457256.51666667 / Exposure end time (standard Julian date)
...
```

wird `r_pp_light_stacked_3900s.fit` ausgegeben.

- **Xtrans-Dateien reparieren:** Dieses Einstellungsfeld ist sehr spezifisch und betrifft nur die Besitzer bestimmter X-Trans-Sensoren. In der Tat zeigen einige Bilder von diesen Kameras ein großes Quadrat in der Mitte der dunklen und verzerrten Bilder aufgrund der Position des Autofokus (AF). Siril verfügt über einen Algorithmus zur Beseitigung dieses Problems für die folgenden Kameras:

- Fujifilm X-T1
- Fujifilm X-T2
- Fujifilm X-T20
- Fujifilm X-Pro2
- Fujifilm X-E3
- Fujifilm X-H1

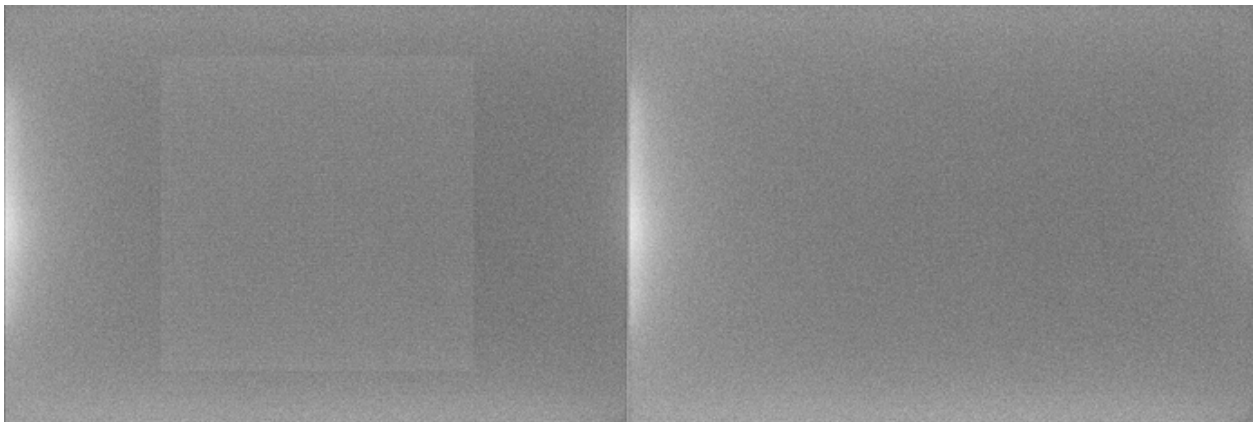


Abb. 6: Behebung des X-Trans-Artefakts durch den Algorithmus von Siril

Für den unwahrscheinlichen Fall, dass Ihre Kamera dieses Artefakt enthält und nicht unterstützt wird, ist es möglich, die anzuwendende Korrektur hier zu definieren. Am besten wenden Sie sich an das Entwicklerteam, um die Werte für Ihre Kamera einzugeben.

4.1.5 Photometrie

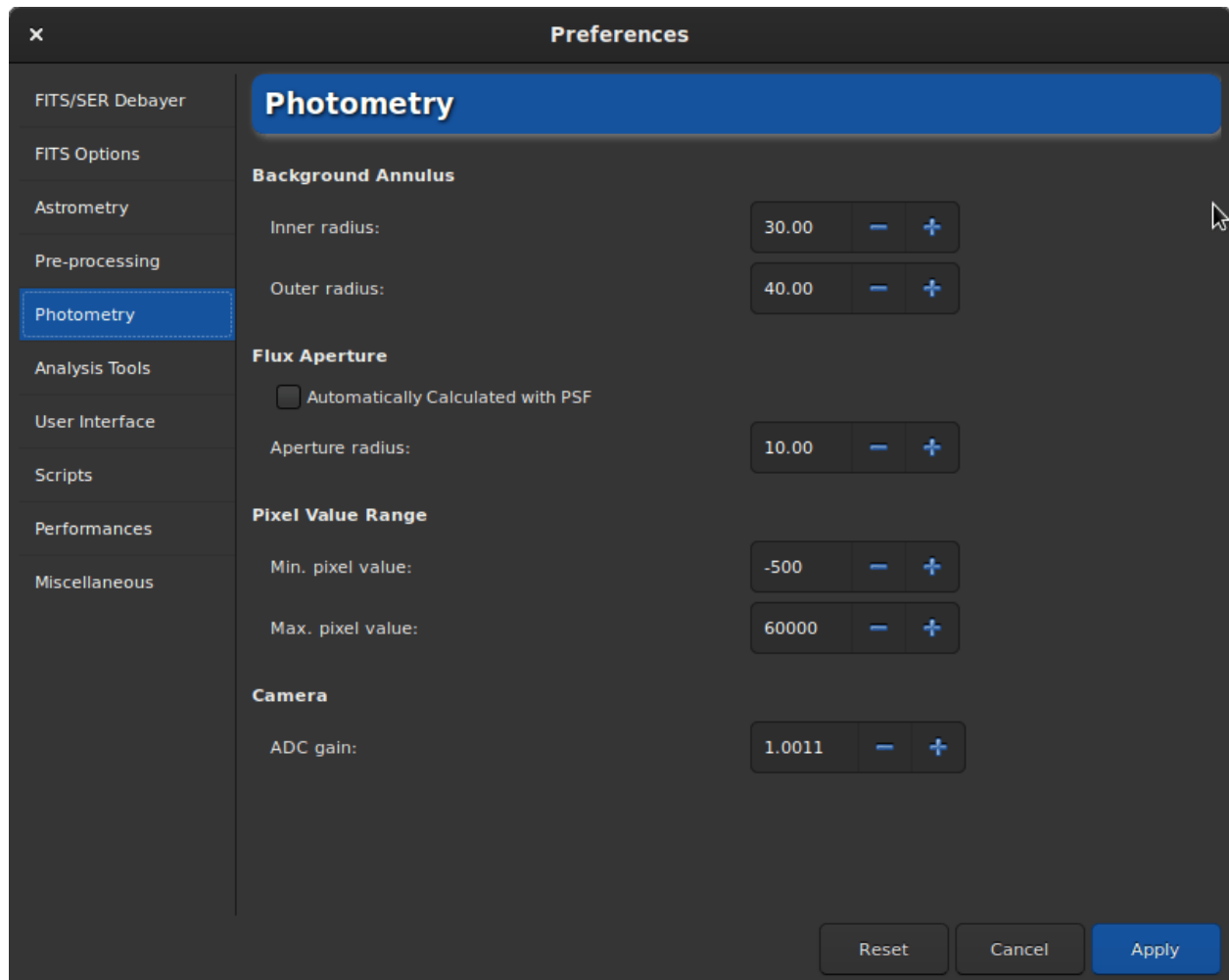


Abb. 7: Seite 5 des Einstellungs-Dialogs

Die Photometrie, d.h. die Untersuchung des Lichts, ist eine weitere Funktion, die in Siril sehr präsent ist. In diesem Abschnitt der Voreinstellungen können Sie die mit diesem Werkzeug verbundenen Einstellungen festlegen.

Das Grundprinzip der Aperturphotometrie besteht darin, den beobachteten Lichtstrom in einem bestimmten Radius um das Zentrum eines Objekts zu summieren und dann den Gesamtbeitrag des Himmelshintergrunds in derselben Region (berechnet im Ring zwischen dem inneren und dem äußeren Radius) abzuziehen, so dass nur der Lichtstrom des Objekts übrig bleibt, um eine instrumentelle Helligkeit zu berechnen. Dies wird im Abschnitt *Photometrie* dieser Dokumentation genauer beschrieben.

- Es ist dann möglich, den **Inneren Radius** und den **Äußeren Radius** zu ändern, um eine Größe zu definieren, die den berechneten Himmelswert optimiert, wobei versucht wird, die Sterne im Inneren des Rings zu vermeiden. Der äußere Radius **muss** immer **größer** sein als der innere Radius. Standardmäßig ist der Radius der **Flussblende** auf das Doppelte der FWHM der PSF eingestellt, es ist jedoch möglich, diesen Automatismus zu deaktivieren und einen festen Wert manuell zu definieren.
- Mit dem **Pixel-Wertebereich** kann der Benutzer einen Grenzwert festlegen, ab dem ein Pixel als schlecht für die Photometrie angesehen wird. In der Tat wird die Photometrie bei gesättigten Daten niemals gute Ergebnisse liefern, aber auch die Annäherung an hohe Werte kann ungeeignet sein, da sie in den nichtlinearen Bereich der Sensoren fallen kann. Um diesen Bereich zu vermeiden, wurde ein Standardwert von 50000 ADU festgelegt, der

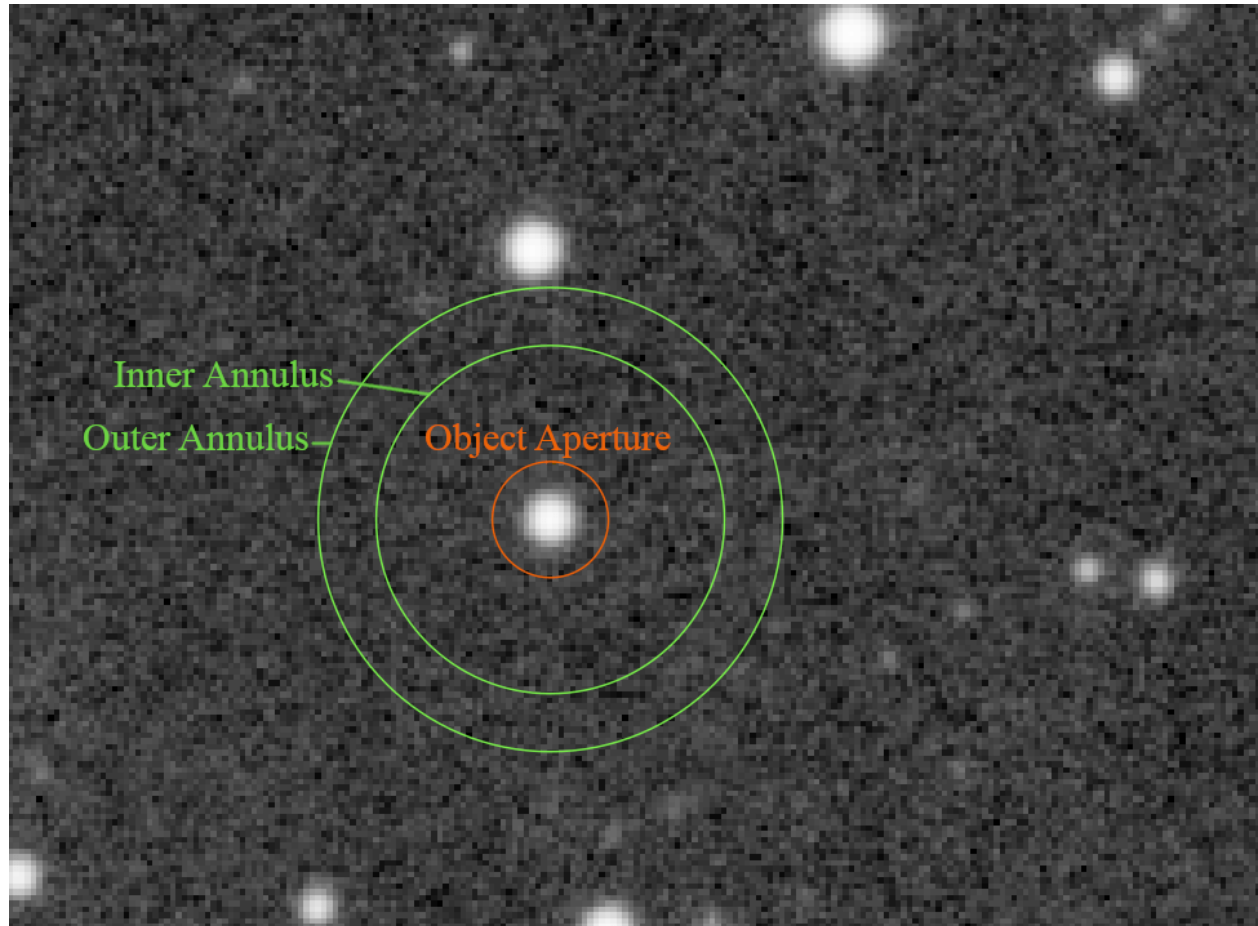


Abb. 8: Kreis der Aperturphotometrie/Hintergrundwert

jedoch von Sensor zu Sensor variieren kann. Negative Werte sind ebenfalls zulässig, da sich das Rauschen im Durchschnitt um einen positiven Wert herum bewegen kann, aber immer noch einige Pixel mit negativen Werten vorhanden sind.

- Schließlich wird dringend empfohlen, falls bekannt, den Wert der A/D-Wandler-Verstärkung** in Elektronen pro ADU anzugeben: Er wird bei den Berechnung der Unschärfe verwendet, falls er nicht bereits im Header der verarbeiteten Bilder angegeben ist.

4.1.6 Analysewerkzeuge

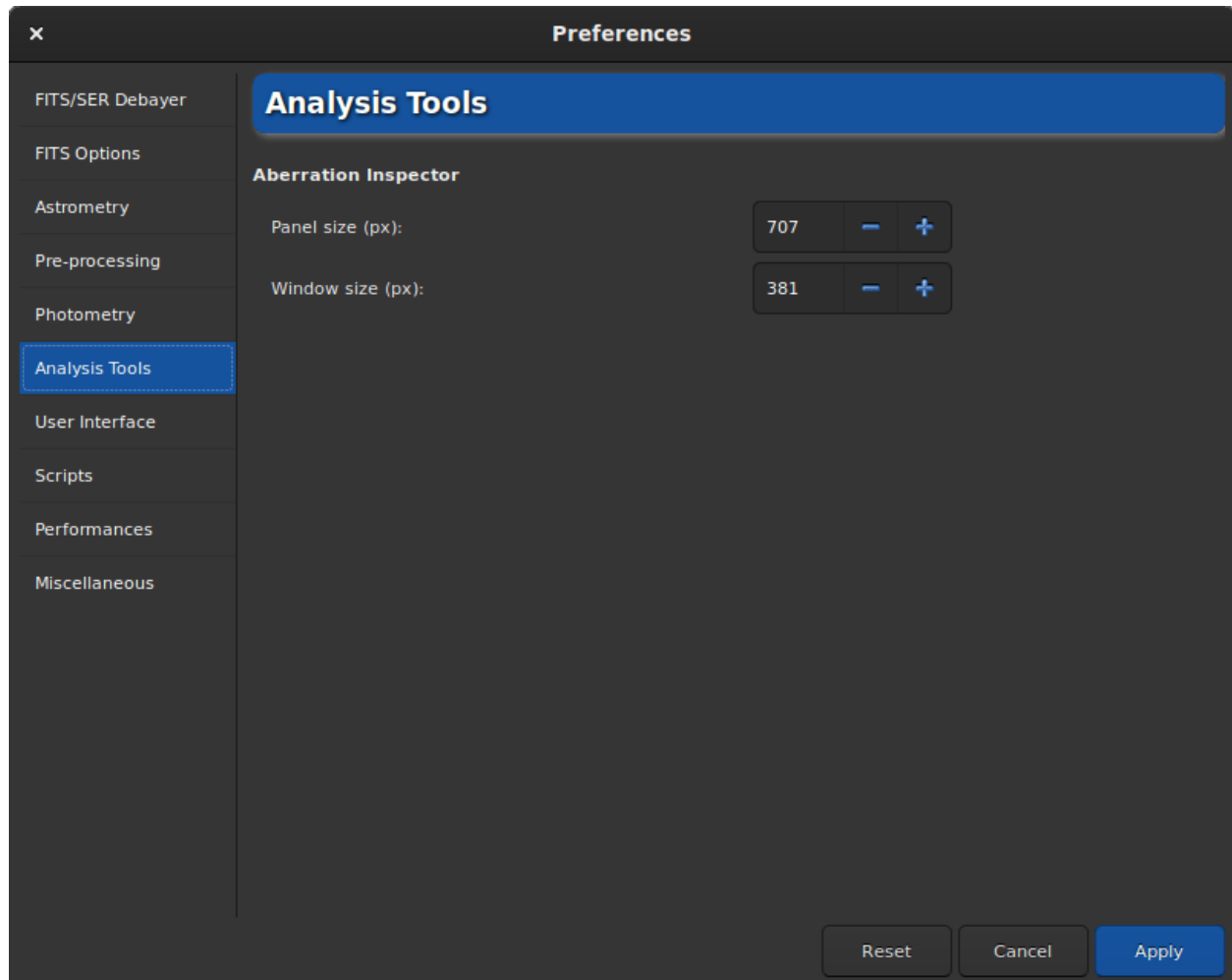


Abb. 9: Seite 6 des Einstellungs-Dialogs

Bisher erfordert nur ein Bildanalysewerkzeug Einstellparameter. Es ist das Werkzeug Aberrationsinspektor. Auf dieser Registerkarte können Sie Einstellungen vornehmen:

- Die **Panelgröße**, in Pixeln, die die Größe des Bildes definiert, das in einem Panel platziert wird. Je größer der Wert, desto größer ist das Bild in einem Panel. Ein zu hoher Wert kann dazu führen, dass die Defekte der Sterne nicht mehr sichtbar sind.
- Die **Fenstergröße**, ebenfalls in Pixel, die die Größe des Dialogs definiert. Es ist normalerweise eine gute Idee, diesen Wert zu erhöhen, wenn ein 4K-Bildschirm verwendet wird.

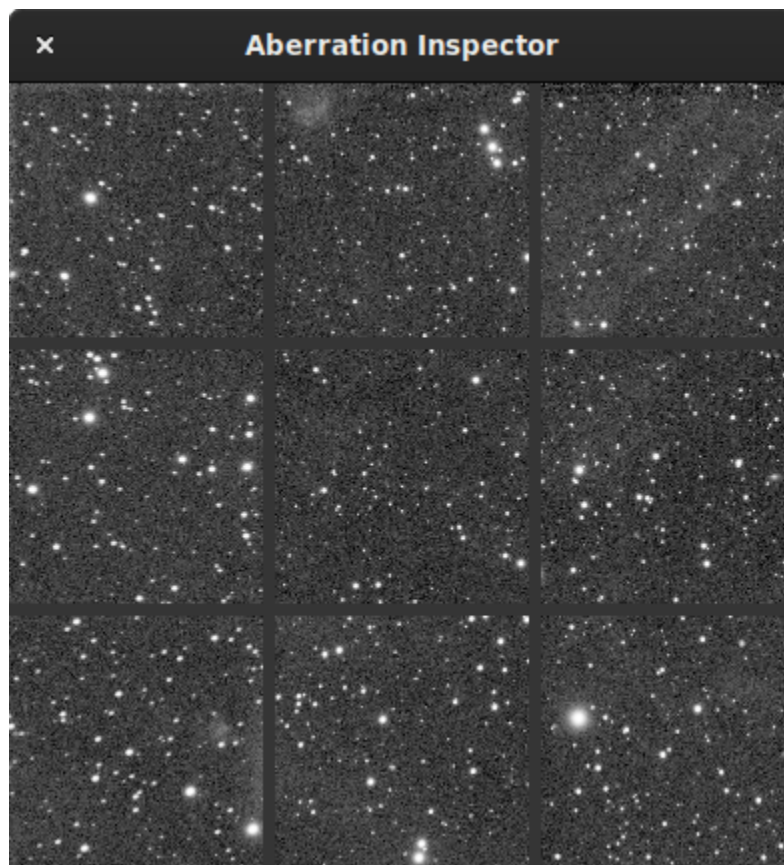


Abb. 10: Fenster Aberration Inspektor

4.1.7 Benutzeroberfläche

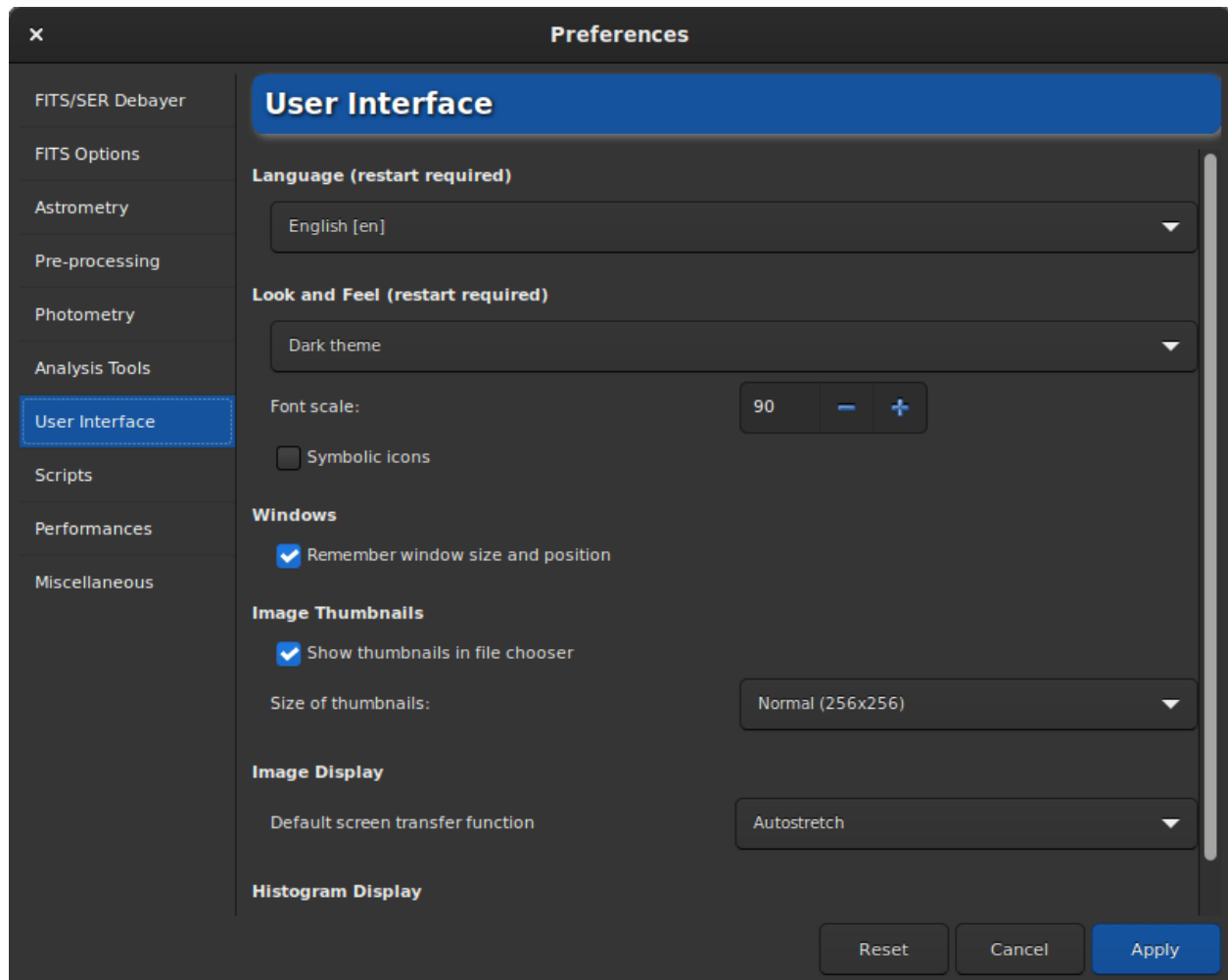


Abb. 11: Seite 7 des Einstellungs-Dialogs

Auf dieser Registerkarte sind alle Einstellungen aufgeführt, die die Benutzeroberfläche betreffen. Dabei handelt es sich nicht um Einstellungen, die sich auf die Prozesse auswirken, sondern auf das "Look and Feel" und die Bedürfnisse des Benutzers.

- Standardmäßig ist die **Sprache** von Siril entsprechend der Systemsprache eingestellt. Es ist jedoch möglich, die Sprache zu ändern und sie nach Ihren Bedürfnissen einzustellen, solange sie existiert. Beachten Sie jedoch, dass Siril in englischer Sprache entwickelt wird.
- Es sind zwei Themen verfügbar:
 - Das dunkle Thema (Standard)
 - Das helle Thema

Der Wechsel des Themas erfordert einen Neustart der Anwendung, damit sie voll funktionsfähig ist.

- Es ist möglich, die **Schriftgröße** für Benutzer mit einem 4K-Ultra-HD-Bildschirm anzupassen oder **symbolische Symbole** für einige Symbole zu verwenden. Diese Einstellungen erfordern auch einen Neustart der Anwendung.
- Standardmäßig merkt sich Siril die Größe und Position des Anwendungsfensters, wenn Sie es schließen. Durch Aktivieren der Schaltfläche *Fenstergröße und -position speichern* können Sie dieses Verhalten deaktivieren.

- Die Vorschaubilder der Dateien sind normalerweise in den geöffneten Dialogfeldern sichtbar. Die Voreinstellungen erlauben es, sie nicht anzuzeigen, wenn der Computer nur über eine begrenzte Leistung verfügt und der Benutzer keine Notwendigkeit dafür sieht. Über die Dropdown-Liste können Sie auch die Größe der Vorschaubilder ändern.
- Die **Standard-Bildschirmübertragungsfunktion** ist die Einstellung, mit der Bilder nach den Wünschen des Benutzers angezeigt werden können. Standardmäßig ist dies auf linear eingestellt. Da dies die tatsächliche Darstellung des Bildes wiedergibt, wird Anfängern empfohlen, diese Einstellung auf der Standardeinstellung zu belassen. Man vergisst leicht, dass man sich in der automatisch angepassten Ansicht befindet und versteht nicht, warum die gespeicherten Bilder nicht so sind, wie sie auf dem Bildschirm erscheinen. Sie können die Darstellung jedoch jederzeit im Hauptfenster anpassen.
- **Standard Anzeigemodus:** Nach dem gleichen Prinzip können die Histogramme in zwei Modi angezeigt werden. Entweder im linearen oder im logarithmischen Modus. Letzterer kann mit dem Werkzeug Verallgemeinerte hyperbolische Streckung sehr nützlich sein. Sie können jedoch den Modus in jedem Fenster mit einem Histogramm ändern. In den Voreinstellungen können Sie dazu das Standardverhalten einstellen.
- Im Abschnitt **Farben** können Sie die Farben einiger Texte und Symbole konfigurieren, die auf dem Bild angezeigt werden sollen. Klicken Sie dazu einfach auf den Farbbutton und wählen Sie die gewünschte Farbe aus. Diese Auswahl betrifft 5 Punkte:
 - Proben der Hintergrund-Extraktion
 - Standardbeschriftungen

4.1.8 Skripte

- Die Registerkarte Skripte enthält im Wesentlichen die Pfadangaben, an denen Siril nach Skripten suchen soll. Tatsächlich werden die Skripte standardmäßig und je nach verwendetem Betriebssystem an einem bestimmten Ort installiert:
 - /usr/local/share/siril/scripts oder /usr/share/siril/scripts unter GNU/Linux.
 - C:\Program Files\Siril\scripts in Windows.
 - /Applications/Siril.app/Contents/Resources/share/siril/scripts in MacOS, wenn die Anwendung im Anwendungsordner installiert wurde.

<p>Warnung: Da die Anwendung unter macOS signiert und beglaubigt ist, ist es unmöglich, die Skripte innerhalb des Programmverzeichnis zu ändern. Andernfalls wird die Anwendung nicht gestartet. Sie müssen also einen anderen Pfad definieren, der auf einen Ordner verweist, für den Sie Schreibrechte haben.</p>
--

- Im Feld **Speicherort für Skripte** können Sie benutzerdefinierte Ordnerpfade definieren, in denen von Ihnen erstellte und/oder geänderte Skripte abgelegt werden. Wenn Sie auf die Schaltfläche darunter klicken, werden die Ordner erneut durchsucht und die Liste der Skripte im entsprechenden Menü aktualisiert.
- Im Abschnitt **Warnungsdialoge** wird vorgeschlagen, sie zu deaktivieren:
 1. Der Warntext, der angezeigt wird, bevor ein Skript ausgeführt wird.
 2. Die Überprüfung des Schlüsselwortes **requires** (Benötigt), das ganz am Anfang des Skripts stehen muss, um zu prüfen, ob das Skript mit der Version von Siril kompatibel ist. Wir empfehlen, diese Option nicht zu deaktivieren.

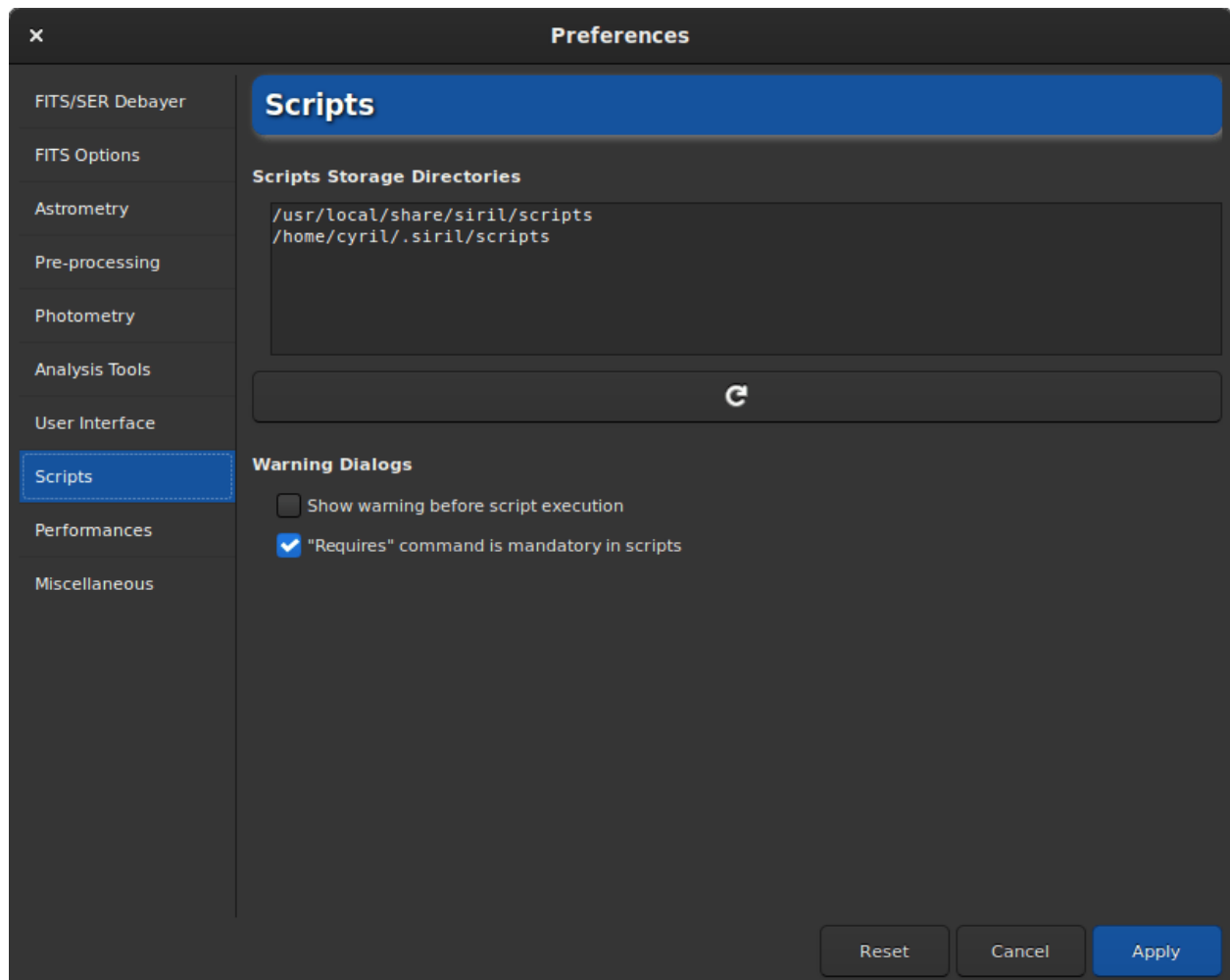


Abb. 12: Seite 8 des Einstellungs-Dialogs

4.1.9 Leistungseinstellungen (Performance)

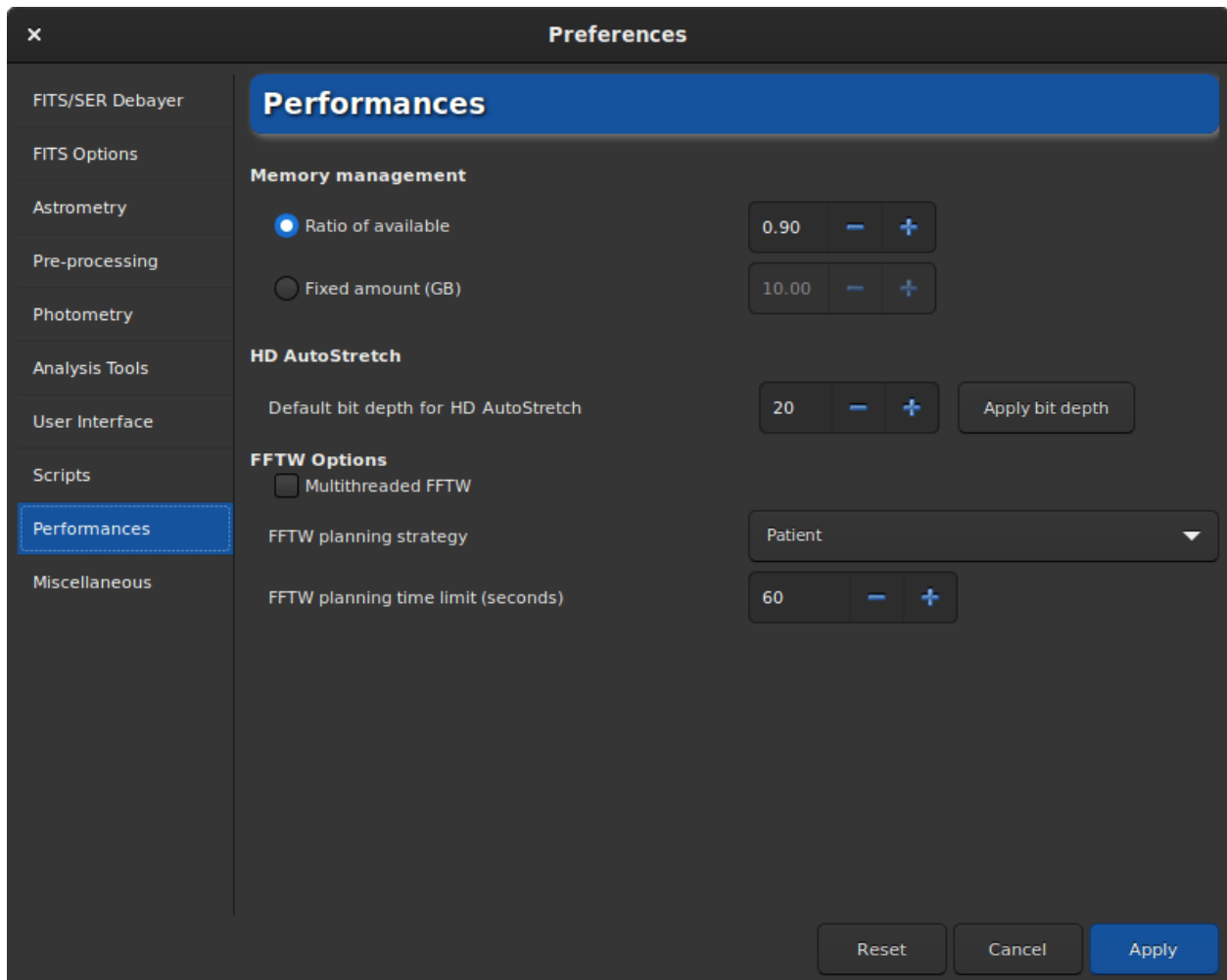


Abb. 13: Seite 9 des Einstellungs-Dialogs

Astronomische Bildverarbeitungssoftware wie Siril verbraucht viele Ressourcen und erfordert in der Regel recht leistungsstarke Computer. Wenn der Computer stark ausgelastet ist, ist es nicht ausgeschlossen, dass er komplett einfriert. Es ist nicht empfehlenswert, während der Verarbeitung irgendetwas anderes auf dem Computer zu tun, vor allem nicht im Internet zu surfen, da die Browser sehr viel Arbeitsspeicher benötigen. Es ist jedoch möglich, den maximalen Prozentsatz des Arbeitsspeichers zu verwalten, den Siril verwenden kann.

- **Nicht verfügbar:** Siril beschränkt sich auf einen Anteil der Menge des freien physischen Hauptspeichers und verringert bei Bedarf die Größe der Arbeitsprozesse. Ein Wert über 1 bedeutet, dass ein Teil des Speichers, der in eine Datei/Festplatte ausgelagert wird, verwendet wird und dass der Gesamtprozess langsamer wird und das System während einiger Operationen wahrscheinlich nicht reagiert. Wenn Sie keinen Auslagerungsspeicher konfiguriert haben, führt ein Wert von 1 oder höher wahrscheinlich zu einem Absturz von Siril oder des Betriebssystems.
- **Fester Wert (GB):** Siril beschränkt sich selbst auf eine feste Speichermenge und verringert bei Bedarf die Größe der Arbeitsprozesse. Wenn Sie eine größere Speichermenge konfigurieren, als auf Ihrem System verfügbar ist, kann dies zu einem Absturz von Siril oder des Betriebssystems führen.
- Die Option **Standard-Bittiefe für HD AutoStretch** legt die Standard-Bittiefe für den HD AutoStretch-Anzeigemodus fest. Höhere Bittiefen erfordern exponentiell mehr Speicher für die Farbtabelle (LUT) und benötigen mehr Zeit für die Neuberechnung, aber sie glätten Quantisierungsartefakte bei der Anzeige von Bildern

mit sehr schmalen Histogrammspitzen wesentlich besser. Die Standard-Bittiefe gilt ab dem nächsten Wechsel des Ansichtsmodus und kann jetzt über die Schaltfläche auf der rechten Seite eingestellt werden. Klicken Sie auf die Schaltfläche *Bit-Tiefe anwenden*, um die ausgewählte HD AutoStretch-Bittiefe jetzt einzustellen.

- **Multithreaded FFTW:** Mit dieser Schaltfläche wird FFTW so eingestellt, dass mehrere Threads verwendet werden. Dies kann schneller sein (obwohl die Leistung aufgrund des Synchronisations-Overheads nicht linear mit der Anzahl der Prozessoren ansteigt), aber die Planungsphase von FFTW dauert bei Multi-Thread-Systemen länger, so dass insbesondere die erste FFT für eine bestimmte Bildgröße bei Verwendung mehrerer Threads erheblich langsamer sein kann.
- **FFTW-Planungsstrategie:** Diese Combobox legt die FFTW-Planungsstrategie fest. FFTW verfügt über mehrere Algorithmen zur Berechnung einer FFT und plant eine gegebene FFT, um die Geschwindigkeit zu optimieren. Die Ergebnisse dieser Planungen werden für die spätere Wiederverwendung in einer Cachedatei namens "Wisdom" (Weisheit) gespeichert, so dass sich ein gewisser zusätzlicher Zeitaufwand für die Planung im Vorfeld lohnen kann, wenn Sie viele FFTs der gleichen Größe berechnen. Beachten Sie, dass die Weisheit für einen bestimmten Rechner spezifisch ist: Sie sollte nicht zwischen verschiedenen Computern ausgetauscht werden und nach einer Speicher- oder Prozessorerweiterung oder einer größeren Änderung der Softwareumgebung (größere Änderungen des Betriebssystems, größere Versionsänderungen von Siril) gelöscht und von Grund auf neu erstellt werden. In der Rangfolge der Arbeitsgeschwindigkeiten ist Schätzen am schnellsten: Bei dieser Strategie werden keine Messungen durchgeführt, sondern eine Planung auf der Grundlage einer Reihe von Heuristiken vorgenommen. Messen ist die Nächstschnellste: Diese Methode vergleicht die Geschwindigkeit der verschiedenen internen FFTW-Methoden zur Berechnung der FFT und wählt die schnellste aus. Infolgedessen dauert der Planungsschritt länger. Patient berücksichtigt noch mehr mögliche Pläne, und Exhaustive noch mehr. Wenn Sie immer Bilder einer bestimmten Größe verarbeiten, können sich die komplexen Planungsstrategien aufgrund der Weisheit lohnen, aber wenn Sie mit Bildern vieler verschiedener Größen arbeiten, kann ein einfacherer Planungsalgorithmus besser geeignet sein.
- **FFTW-Planungszeitlimit:** Mit diesem Zeitlimit wird die FFTW-Planung nach dem angegebenen Zeitlimit angehalten. Damit wird die Planungsstrategie außer Kraft gesetzt. Beachten Sie, dass das Zeitlimit nicht streng erzwungen wird: FFTW beendet alle nicht unterbrechbaren Berechnungen, die es zum Zeitpunkt des Erreichens des Limits durchführt, und wenn es auf Null gesetzt wird, führt FFTW zumindest immer eine Schätzung der Planung durch.

4.1.10 Verschiedenes

Die letzte Registerkarte enthält alles, was nicht in die anderen Themen passt.

- Die Verwendung der Schaltflächen *Undo/Redo* erfordert Speicherplatz. In manchen Fällen sehr viel Platz. Der Ordner, der die Auslagerungsdateien enthält (das sind die Dateien, die für das ordnungsgemäße Funktionieren der Undo/Redo-Funktionen erforderlich sind), kann im Abschnitt **Verzeichnis für Auslagerungsspeicher** festgelegt werden. Der Speicherplatz wird rechts neben der Dateiauswahl angezeigt. Wir raten **dazu, die Standard-einstellungen nicht zu ändern**, es sei denn, Sie haben einen triftigen Grund, dies zu tun. Da die Wahl eines guten Ordners kritisch ist, ist es möglich, zum Standardordner zurückzukehren, indem Sie auf *Standard wiederherstellen* klicken.
- Die **Warnungsdialoge** ermöglichen es, einige Warn-Popups zu deaktivieren, die Anfängern helfen sollen.
- **Einführungstipps:** Beim ersten Start von Siril können Sie eine kleine Animation sehen, die zeigt, was es Neues in der Anwendung gibt. Diese Animation kann durch Klicken auf *Einführung abspielen* abgespielt werden.
- **Speicherort der ausführbaren StarNet-Datei:** Um StarNet in Siril verwenden zu können, muss Siril der Pfad mitgeteilt werden, in dem sich die ausführbare StarNet-Datei befindet. Bei alten StarNet++ v1-Installationen, die getrennte ausführbare Dateien für die Verarbeitung von Mono- und RGB-Dateien verwenden, kann eine von beiden gewählt werden - Siril erkennt automatisch die andere, wenn beide installiert sind. Beachten Sie, dass für diese alten Installationen die ursprünglichen Namen der ausführbaren Dateien **rgb_starnet++** und **mono_starnet++** beibehalten werden MÜSSEN. Bei allen neueren einzeln ausführbaren Versionen von StarNet ermittelt Siril die Version heuristisch und stellt eine entsprechende Schnittstelle her.

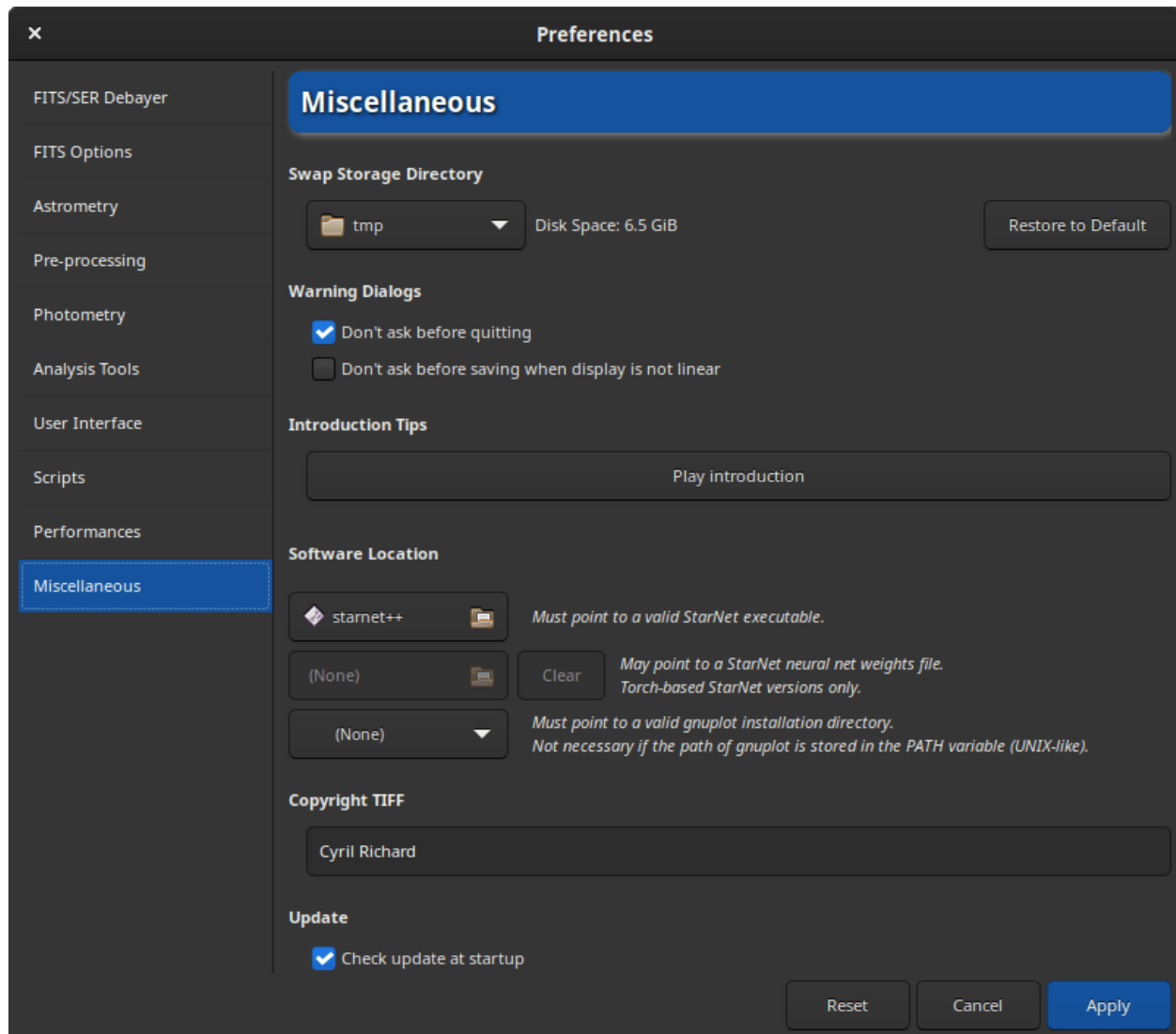


Abb. 14: Seite 10 des Einstellungs-Dialogs

- **Speicherort der StarNet-Gewichte:** Neue Torch-basierte Versionen von StarNet bieten die Möglichkeit, den Speicherort einer Gewichtsdatei für ein neuronales Netz anzugeben: Sie muss sich nicht im selben Verzeichnis wie die ausführbare Datei befinden. Diese Einstellung kann verwendet werden, um den Speicherort einer Gewichtsdatei festzulegen, die an StarNet++ übergeben werden soll, und sie kann über die zugehörige Schaltfläche zurückgesetzt werden. Hinweis: Diese Option funktioniert nur bei Torch-basierten StarNet-Installationen. Bei älteren StarNet-Installationen muss sich die Gewichtsdatei im selben Verzeichnis wie die ausführbare Datei befinden.

Warnung: Dies ist das Verzeichnis der Kommandozeilenversion von Starnet++, das angegeben werden muss, nicht das der GUI-Version.

- **Gnuplot-Installationsverzeichnis:** Um die Lichtkurven-Funktion von Siril nutzen zu können, muss gnuplot installiert werden. Dann müssen Sie Siril den Pfad mitteilen, in dem sich gnuplot befindet. Auf Unix-ähnlichen Systemen, wenn das Installationsverzeichnis in der Umgebungsvariablen PATH enthalten ist, ist dies nicht notwendig.

Warnung: Unter macOS kann es schwierig sein, den Verzeichnispfad zu finden, da Apple das Durchsuchen einiger Ordner nicht einfach macht. Ein Trick ist es, Umschalt + Cmd + g in den geöffneten Dateiauswahldialog einzugeben, und dann direkt den Installationspfad einzugeben, der normalerweise der von [Hombrew](#) eingestellte ist. Normalerweise ist dies /usr/local/bin auf Intel-Computern und /opt/homebrew/bin/ auf Apple Silicon Versionen.

- **Copyright TIFF:** Beim Speichern von TIFF-Dateien ist es möglich, das Copyright der zugehörigen EXIF-Metadaten anzupassen.
- **Aktualisierung:** Standardmäßig prüft Siril beim Starten ob Updates verfügbar sind. Es steht Ihnen frei, dieses Verhalten zu deaktivieren, wenn Sie nicht möchten, dass die Anwendung unsere Website abfragt.

4.2 Einstellungen (Befehle)

Ab Version 1.2 können die meisten Einstellungen auch durch Befehle gesetzt werden, d.h. entweder durch direkte Eingabe in der Kommandozeile, durch Skripte oder im Headless-Modus.

Um eine Liste aller verfügbaren Variablen zu erhalten, verwenden Sie die Befehlszeile von Siril:

```
get -A
```

Dies gibt eine Liste aller Variablen auf der Konsole aus, mit ihrem aktuellen Wert und einer kurzen Beschreibung (verwenden Sie die Kleinbuchstaben-Option `-a`, um die Beschreibung wegzulassen).

In der nachstehenden Tabelle sind sie aufgeführt:

Variable	Standardwert ([Wertebereich])	Typ	Kommentar
core.wd	(not set)	Verzeichnispfad	Aktuelles Arbeitsverzeichnis
core.extension	.fit	Zeichenkette	FITS Erweiterung für Dateinamen

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

Variable	Standardwert ([Wertebereich])	Typ	Kommentar
core.force_16bit	false	Boolean	Keine 32-Bit Farbtiefe benutzen
core.allow_heterogeneous_fitseq	false	Boolean	FITS-Würfel können unterschiedliche Größen haben
core.mem_mode	0 [0, 1]	Ganzzahl	Hauptspeicher-Modus (0 Prozent, 1 GB)
core.mem_ratio	0.9 [0.05, 4]	Double	Anteil des nutzbaren Hauptspeichers
core.mem_amount	10 [0.1, 1e+06]	Double	Anteil des nutzbaren Hauptspeichers in GB
core.hd_bitdepth	20 [17, 24]	Ganzzahl	Bittiefe für die HD-Autostretch-Funktion
core.script_check_requires	true	Boolean	Benötigt den Befehl requires in Skripten
core.pipe_check_requires	false	Boolean	Benötigt den Befehl requires in Pipes
core.check_updates	true	Boolean	Prüfe beim Start auf Updates
core.lang	(not set)	Zeichenkette	Aktiviere GUI-Sprache
core.swap_dir	Abhängig vom Betriebssystem	Verzeichnispfad	Auslagerungsverzeichnis
core.binning_update	true	Boolean	update pixel size of binned images
core.wcs_formalism	1 [0, 1]	Ganzzahl	WCS-Formalismus im FITS-Header
core.catalogue_namedstars	(*)	Zeichenkette	Pfadname des namedstars.dat Katalogs
core.catalogue_unnamedstars	(*)	Zeichenkette	Pfadname des unnamedstars.dat Katalogs
core.catalogue_tycho2	(*)	Zeichenkette	Pfadname des deepstars.dat Katalogs
core.catalogue_nomad	(*)	Zeichenkette	Pfadname des USNO-NOMAD-1e8.dat Katalogs
core.rgb_aladin	false	Boolean	CTYPE3='RGB' in den FITS-Header einfügen
core.copyright	(not set)	Zeichenkette	Copyrightangabe des Benutzers, das in den Dateihdr geschrieben wird
core.starnet_exe	(not set)	Zeichenkette	Speicherort der ausführbaren StarNet-Datei
core.starnet_weights	(not set)	Zeichenkette	Speicherort der StarNet-Torch Gewichtsdatei
core.gnuplot_dir	(not set)	Zeichenkette	Verzeichnis der gnuplot-Installation

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

Variable	Standardwert ([Wertebereich])	Typ	Kommentar
core.asnet_dir	(not set)	Zeichenkette	Verzeichnis der asnet_ansvr-Installation
core.fftw_timelimit	60	Double	Zeitlimit für die Vorberechnung der FFTW
core.fftw_conv_fft_cutoff	15	Ganzzahl	Minimale PSF-Größe für FFT-Faltungen
core.fftwf_strategy	0	Ganzzahl	FFTW planning strategy
core.fftw_multithreaded	true	Boolean	FFTW mit parallelen Threads berechnen
starfinder.focal_length	0 [0, 999999]	Double	Brennweite in mm für die Einstellung des PSF-Radius
starfinder.pixel_size	0 [0, 99]	Double	Pixelgröße des Sensors in μm für die Radiusberechnung
debayer.use_bayer_header	true	Boolean	Bayer-Muster aus dem Header verwenden
debayer.pattern	0 [0, 7]	Ganzzahl	Index des Bayer-Musters
debayer.interpolation	8 [0, 10]	Ganzzahl	Art der Bayer-Interpolation
debayer.top_down	true	Boolean	force debayer top-down
debayer.offset_x	0 [0, 1]	Ganzzahl	Bayer Matrix Offset x
debayer.offset_y	0 [0, 1]	Ganzzahl	Bayer Matrix Offset Y
debayer.xtrans_passes	1 [1, 4]	Ganzzahl	Anzahl der Durchläufe für den X-Trans Markestijn-Algorithmus
photometry.gain	2.3 [0, 10]	Double	Elektronen pro ADU für die Schätzung des Rauschens
photometry.inner	20 [2, 100]	Double	Innenradius für den Hintergrundring
photometry.outer	30 [3, 200]	Double	Außenradius für den Hintergrundring
photometry.inner_factor	4.2 [2, 50]	Double	Faktor für die automatische Berechnung des Innenradius
photometry.outer_factor	6.3 [2, 50]	Double	Faktor für die automatische Berechnung des Außenradius
photometry.force_radius	true	Boolean	Erzwingen den Wert der Flussblende
photometry.aperture	10 [1, 100]	Double	Öffnung für Flussblende erzwingen
photometry.minval	-1500 [-65536, 65534]	Double	Minimaler erlaubter Pixelwert für Photometrie
photometry.maxval	60000 [1, 65535]	Double	Maximaler erlaubter Pixelwert für Photometrie
astrometry.asnet_sip_order	0 [0, 6]	Ganzzahl	Grad der Polynomkorrektur
astrometry.asnet_radius	10 [0.01, 180]	Double	Radius um die Zielkoordinaten (Grad)
astrometry.asnet_keep_xyls	false	Boolean	.xyls Fits-Tabellen nicht löschen
astrometry.asnet_keep_wcs	false	Boolean	.wcs-Ergebnisdateien nicht löschen
astrometry.asnet_max_seconds_run	10 [0, 100000]	Ganzzahl	Maximalzeit in Sekunden für den Lösungsversuch
astrometry.asnet_show_output	false	Boolean	Ausgabe von solve-field im Hauptprotokoll anzeigen

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

Variable	Standardwert ([Wertebereich])	Typ	Kommentar
astrometry.update_default_scale	true	Boolean	Aktualisierung der Standardbrennweite und Pixelgröße anhand des Ergebnisses
astrometry.percent_scale_range	20 [0, 50]	Ganzzahl	Erlaubte Abweichung in Prozent unterhalb und oberhalb der erwarteten Abtastrate
analysis.panel	256 [127, 1024]	Ganzzahl	Panelgröße der Aberrationsprüfung
analysis.window	381 [300, 1600]	Ganzzahl	Fenstergröße des Aberration Inspektors
compression.enabled	false	Boolean	FITS Komprimierung aktiviert
compression.method	0 [0, 3]	Ganzzahl	FITS Kompressionsmethode
compression.quantization	16 [8, 256]	Double	Quantisierungsfaktor für 32-Bit Fließkommazahlen
compression.hcompress_scale	4 [0, 256]	Double	Hcompress Skalierungsfaktor
gui_prepro.cfa	false	Boolean	Sensortyp für kosmetische Korrektur
gui_prepro.equalize_cfa	true	Boolean	Flat-Kanäle ausgleichen
gui_prepro.fix_xtrans	false	Boolean	aktiviert Korrektur für X-Trans-Sensor
gui_prepro.xtrans_af_x	0	Ganzzahl	Falls kein X-Trans-Modell gefunden wurde, benutze diesen Wert
gui_prepro.xtrans_af_y	0	Ganzzahl	Falls kein X-Trans-Modell gefunden wurde, benutze diesen Wert
gui_prepro.xtrans_af_w	0	Ganzzahl	Falls kein X-Trans-Modell gefunden wurde, benutze diesen Wert
gui_prepro.xtrans_af_h	0	Ganzzahl	Falls kein X-Trans-Modell gefunden wurde, benutze diesen Wert
gui_prepro.xtrans_sample_x	0	Ganzzahl	Falls kein X-Trans-Modell gefunden wurde, benutze diesen Wert
gui_prepro.xtrans_sample_y	0	Ganzzahl	Falls kein X-Trans-Modell gefunden wurde, benutze diesen Wert
gui_prepro.xtrans_sample_w	0	Ganzzahl	Falls kein X-Trans-Modell gefunden wurde, benutze diesen Wert
gui_prepro.xtrans_sample_h	0	Ganzzahl	Falls kein X-Trans-Modell gefunden wurde, benutze diesen Wert
gui_prepro.bias_lib	(not set)	Zeichenkette	Standard Master-Bias
gui_prepro.use_bias_lib	false	Boolean	Benutzer das Standard Master-Bias
gui_prepro.dark_lib	(not set)	Zeichenkette	Standard Masterdark
gui_prepro.use_dark_lib	false	Boolean	Benutzer das Standard Masterdark
gui_prepro.flat_lib	(not set)	Zeichenkette	Standard Master-Flat
gui_prepro.use_flat_lib	false	Boolean	Benutze das Standard Masterflat
gui_prepro.stack_default	\$seqname\$stacked	Zeichenkette	Standardname für das Stacking-Ergebnis

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

Variable	Standardwert ([Wertebereich])	Typ	Kommentar
gui_prepro.use_stack_default	true	Boolean	Bevorzugten Stacking-Namen verwenden
gui_registration.method	0 [0, 7]	Ganzzahl	Index der gewählten Registrierungsmethode
gui_registration.interpolation	4 [0, 5]	Ganzzahl	Index der gewählten Interpolationsmethode
gui_registration.clamping	true	Boolean	Verwendung der Begrenzungsmethode mit Lanczos und kubischer Interpolation
gui_stack.method	0 [0, 4]	Ganzzahl	Index der ausgewählten Methode
gui_stack.normalization	3 [0, 4]	Ganzzahl	Index der Normalisierungsmethode
gui_stack.rejection	5 [0, 7]	Ganzzahl	Index der Ausreißererkennungsmethode
gui_stack.weighting	0 [0, 4]	Ganzzahl	Index der Gewichtungsmethode
gui_stack.sigma_low	3 [0, 20]	Double	Unterer Sigma-Wert für die Ausreißer
gui_stack.sigma_high	3 [0, 20]	Double	Oberer Sigma-Wert für die Ausreißer
gui_stack.linear_low	5 [0, 20]	Double	Unterer linearer Wert für die Ausreißer
gui_stack.linear_high	5 [0, 20]	Double	Oberer linearer Wert für die Ausreißer
gui_stack.percentile_low	3 [0, 100]	Double	Unterer Prozentwert für die Ausreißer
gui_stack.percentile_high	3 [0, 100]	Double	Oberer Prozentwert für die Ausreißer
gui.first_start	(not set)	Zeichenkette	Erster Start von Siril
gui.silent_quit	false	Boolean	Beenden nicht bestätigen
gui.silent_linear	false	Boolean	Speichern nicht bestätigen, wenn der Modus nicht linear ist
gui.remember_windows	true	Boolean	Fensterpositionen merken
gui.main_win_pos_x	0	Ganzzahl	Position des Hauptfensters
gui.main_win_pos_y	0	Ganzzahl	Position des Hauptfensters
gui.main_win_pos_w	0	Ganzzahl	Position des Hauptfensters
gui.main_win_pos_h	0	Ganzzahl	Position des Hauptfensters
gui.pan_position	-1	Ganzzahl	Position des Trenners zwischen den Fensterteilen
gui.extended	true	Boolean	Hauptfenster ist erweitert
gui.maximized	false	Boolean	Hauptfenster ist maximiert
gui.theme	0 [0, 1]	Ganzzahl	Index des ausgewählten Themas
gui.font_scale	100	Double	Schriftgröße in Prozent
gui.icon_symbolic	false	Boolean	Stil der Bildschirmsymbole
gui.script_path		Liste von Zeichenketten	Liste der Skriptverzeichnisse

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

Variable	Standardwert ([Wertebereich])	Typ	Kommentar
gui.warn_script_run	true	Boolean	Warnen, wenn ein Skript gestartet wird
gui.show_thumbnails	true	Boolean	Miniaturbilder im Öffnen-Dialog anzeigen
gui.thumbnail_size	256	Ganzzahl	Größe der Miniaturbilder
gui.selection_guides	0	Ganzzahl	Anzahl der Elemente der Gitterlinien
gui.show_deciasec	false	Boolean	Zehntel-Bogensekunden anzeigen, wenn der Mauszeiger darüber schwebt
gui.default_rendering_mode	0 [0, 6]	Ganzzahl	Standard Anzeigemodus
gui.display_histogram_mode	0 [0, 1]	Ganzzahl	Standard Histogrammanzeige-Modus
gui.mmb_zoom_action	0	Ganzzahl	Middle mouse button double click zoom action
gui.color_bkg_samples	rgba(255, 51, 26, 1.0)	Zeichenkette	Konfigurierung der Farbe der Hintergrundsamples
gui.color_std_annotations	rgba(128, 255, 77, 0.9)	Zeichenkette	Konfiguration der Standard-Anmerkungsfarbe
gui_astrometry.compass_position	1 [0, 5]	Ganzzahl	Index der Kompassposition über dem Gitter
gui_astrometry.cat_messier	true	Boolean	Zeige Messierobjekte in Bemerkungen
gui_astrometry.cat_ngc	true	Boolean	NGC-Objekte in Beschriftungen anzeigen
gui_astrometry.cat_ic	true	Boolean	IC-Objekte in Beschriftungen anzeigen
gui_astrometry.cat_ldn	true	Boolean	LDN-Objekte in Beschriftungen anzeigen
gui_astrometry.cat_sh2	true	Boolean	SH2-Objekte in Beschriftungen anzeigen
gui_astrometry.cat_stars	true	Boolean	Sterne in Beschriftungen anzeigen
gui_astrometry.cat_user	true	Boolean	Benutzerobjekte in Beschriftungen anzeigen
gui_pixelmath.pm_presets		Liste von Zeichenketten	Liste der Pixelmath Vorgaben

(*). Für kstars-Kataloge wird dies standardmäßig ~/.local/share/kstars/ sein, unabhängig von Ihrem Betriebssystem.

In jedem Fall müssen Sie sie herunterladen und den von Ihnen gewählten Pfad festlegen.

Siehe Abschnitt über [Verwendung lokaler Kataloge](#).

Die Werte können mit dem Befehl `get` abgefragt werden:

Siril Kommandozeile

```
get { -a | -A | variable }
```

Holt einen Wert aus den Einstellungen anhand seines Namens oder listet alle mit **-a** (Liste mit Namen und Werten) oder mit **-A** (detaillierte Liste) auf

Siehe auch SET um Werte zu ändern

Verweise: [set](#)

Die Werte können mit dem Befehl set geändert werden:

Siril Kommandozeile

```
set { -import=inifilepath | variable=value }
```

Aktualisieren eines Einstellungswerts unter Verwendung seines Variablennamens mit dem angegebenen Wert oder einer Reihe von Werten unter Verwendung einer vorhandenen ini-Datei mit der Option **-import=**.

Siehe GET, um Werte oder die Liste der Variablen zu erhalten

Verweise: [get](#)

Siril kann auf unterschiedliche Dateiformate öffnen und verarbeiten. Allerdings werden nur zwei Formate nativ gelesen und erlauben die Erstellung von *Sequenzen*: Das FITS und das SER-Format.

Hier werden wir uns die verschiedenen Dateiformate anschauen, die von Siril gelesen werden, und die Limitierungen einiger Dateiformate und die Stärken anderer Formate verstehen.

5.1 Bittiefe

Die Bittiefe gibt die Anzahl der Bits an, die zur Angabe der Farbe eines einzelnen Pixels verwendet werden, oder die Anzahl der Bits, die für jede Farbkomponente eines einzelnen Pixels verwendet werden.

Für Bilder des täglichen Lebens sind 8 Bit mehr als ausreichend. Das bedeutet, dass ein Pixel mit Werten im Bereich [0, 255] kodiert wird. Das Fotografieren von astronomischen Objekten ist jedoch anspruchsvoller und erfordert in der Regel die Bearbeitung von Bildern mit einer Bittiefe von mindestens 16 Bit: *d.h.* im Bereich [0, 65535]. Noch besser ist eine 32-Bit-Präzision, mit der auch die feinsten Informationen erhalten bleiben. Bei diesem letzten Typ werden die Pixel entweder im Intervall [0, 4294967295] oder, wie in Siril verwendet, zwischen den Gleitkommawerten [0, 1] kodiert. Es ist möglich, Formate zu finden, die Pixel auf 64-Bit (im Bereich [0, 1]) kodieren, aber sie sind selten und haben eine sehr spezifische Verwendung. Insbesondere das FITS-Format ermöglicht dies.

Allerdings unterstützen nicht alle Bilddateiformate 16-Bit, geschweige denn 32-Bit. Dies muss daher bei der Wahl des Formats, mit dem Sie arbeiten wollen, berücksichtigt werden.



Abb. 1: Lineares Bild, gespeichert in 16 Bit



Abb. 2: Dasselbe lineare Bild wurde in 8-Bit gespeichert. Fast alle Daten sind verloren gegangen

5.2 Gebräuchliche Dateiformate

Die hier vorgestellten Bilddateiformate sind Standardformate, die von allen Bildbearbeitungsprogrammen gelesen werden können. Diese Formate wurden vor einiger Zeit entwickelt, um den Anforderungen gerecht zu werden, und können veraltet sein. Außerdem wurde keines dieser Formate für die Verarbeitung astronomischer Daten entwickelt. Sie müssen daher im Allgemeinen am Ende der Verarbeitungskette verwendet werden.

5.2.1 BMP Format

Dateien mit der Erweiterung **.bmp** sind Bitmap-Bilddateien, die zum Speichern digitaler Bitmap-Bilder verwendet werden. Diese Bilder sind unabhängig von der Grafikkarte und werden auch als Device Independent Bitmap (DIB) Dateiformat bezeichnet. Dank dieser Unabhängigkeit kann die Datei auf verschiedenen Plattformen wie Microsoft Windows und Mac geöffnet werden. Das BMP-Dateiformat ermöglicht die Speicherung von Daten als zweidimensionale digitale Bilder, sowohl in Schwarzweiß als auch in Farbe, mit unterschiedlichen Farbtiefen.

Heutzutage wird dieses Format nicht mehr wirklich verwendet und andere Dateitypen werden bevorzugt.

5.2.2 JPEG Format

Wahrscheinlich das am häufigsten verwendete Dateiformat für den Austausch von Bildern in Foren, per E-Mail oder auf USB-Sticks. Dieses Format ermöglicht eine mehr oder weniger starke (destruktive) Komprimierung, die ideale Dateigrößen für den Datenaustausch ergibt. Die Erweiterung dieses Dateityps ist **.jpg** oder **.jpeg**.

Das JPEG-Format ist jedoch nur in 8 Bit kodiert. Aufgrund der Komprimierung, die Artefakte erzeugt, ist dieses Format für astronomische Bilder nicht sonderlich gut geeignet, und wir bevorzugen im Allgemeinen das PNG-Format.

5.2.3 PNG Format

Portable Network Graphics ist ein Dateiformat für Rastergrafiken, das eine verlustfreie Datenkompression unterstützt. Die Erweiterung des Formats ist **.png**. PNG-Graustufenbilder unterstützen die größte Bandbreite an Pixeltiefen aller Bildtypen. Es werden Tiefen von 1, 2, 4, 8 und 16 Bit unterstützt, die von einfachen Schwarz-Weiß-Scans bis hin zu medizinischen und astronomischen Bildern mit voller Tiefe reichen.

Kalibrierte astronomische Bilddaten werden in der Regel als 32-Bit- oder 64-Bit-Gleitkommawerte gespeichert, und einige Rohdaten werden als 32-Bit-Ganzzahlen dargestellt. Beide Formate werden von PNG nicht direkt unterstützt.

Dieses Format eignet sich jedoch hervorragend zum Speichern des endgültigen Bildes nach der Bearbeitung.

5.2.4 TIFF Format

TIFF oder TIF, Tagged Image File Format, steht für Rasterbilder zur Verwendung auf verschiedenen Geräten, die diesem Dateiformatstandard entsprechen. Es ist in der Lage, Schwarz-Weiß-, Graustufen-, Palettenfarben- und Vollfarbbilddaten in mehreren Farbräumen zu beschreiben. Es unterstützt sowohl verlustfreie als auch verlustbehaftete Komprimierungsverfahren, damit Anwendungen, die dieses Format verwenden, zwischen Platzbedarf und Verarbeitungsgeschwindigkeit wählen können. Die Erweiterung ist entweder **.tiff** oder **.tif**.

Das TIFF-Format hat viele Vorteile. Es unterstützt eine Kodierung von bis zu 32 Bit pro Pixel und bietet eine Vielzahl von möglichen Feldern in den Metadaten, was es zu einem guten Kandidaten für die Speicherung astronomischer Daten macht.

Unter Verwendung des TIFF-Formats und in Zusammenarbeit mit anderen Entwicklern haben wir einen Pseudo-Standard geschaffen, *Astro-TIFF*.

5.2.5 NetPBM Format

Im Rahmen des Netpbm-Projekts werden mehrere Grafikformate verwendet und definiert. Das Portable Pixmap Format (PPM), das Portable Graymap Format (PGM) und das Portable Bitmap Format (PBM) sind Bilddateiformate, die für den einfachen Austausch zwischen verschiedenen Plattformen konzipiert sind. Mögliche Dateierweiterungen sind **.pbm**, **.pgm** (für Schwarz-Weiß- und Graustufendateien) und **.ppm**.

Diese Formate, die bis zu 16 Bit pro Kanal unterstützen, werden kaum genutzt und sollten nur für die endgültige Bildspeicherung verwendet werden.

5.2.6 AVI format

Es ist ein Filmcontainer, der Daten mit verschiedenen Audio- und Videocodecs enthalten kann. Es gibt einige verlustfreie Videocodecs, die in der Vergangenheit für astronomische Aufnahmen verwendet wurden, aber es ist ein Format, das keine für die Astronomie nutzbaren Metadaten enthält, das auf 8-Bit-Bilder beschränkt ist und das keine Garantie dafür bietet, dass die darin enthaltenen Daten unverfälscht sind.

Warnung: Dieses Eingabedateiformat ist jetzt veraltet. Wir empfehlen, stattdessen das Format [SER](#) zu verwenden.

5.3 FITS Format

5.3.1 Spezifikation

FITS steht für **Flexible Image Transport System** und ist das Standardformat für astronomische Daten, das von professionellen Wissenschaftlern wie der NASA verwendet wird. FITS ist viel mehr als ein Bildformat (wie JPG oder TIFF) und wurde in erster Linie für die Speicherung wissenschaftlicher Daten entwickelt, die aus mehrdimensionalen Arrays bestehen.

Eine FITS-Datei besteht aus einer oder mehreren Header- und Dateneinheiten (HDUs), wobei die erste HDU als "primäre HDU" oder "primäres Array" bezeichnet wird. Es werden fünf primäre Datentypen unterstützt: 8-Bit-Bytes ohne Vorzeichen, 16- und 32-Bit-Ganzzahlen mit Vorzeichen sowie 32- und 64-Bit-Gleitkommazahlen mit einfacher und doppelter Genauigkeit. Das FITS-Format kann auch 16- und 32-Bit-Ganzzahlen ohne Vorzeichen speichern.

Jeder Headerblock besteht aus einer beliebigen Anzahl von 80-stelligen Schlüsselwortsätzen, die die folgende allgemeine Form haben:

```
KEYNAME = value / comment string
```

Der Name des Schlüsselworts kann bis zu 8 Zeichen lang sein und darf nur Großbuchstaben, die Ziffern 0-9, den Bindestrich und den Unterstrich enthalten. Auf den Schlüsselwortnamen folgen (in der Regel) ein Gleichheitszeichen und ein Leerzeichen (=) in den Spalten 9 - 10 des Datensatzes, gefolgt von dem Wert des Schlüsselworts, der entweder eine Ganzzahl, eine Gleitkommazahl, eine Zeichenkette (in einfachen Anführungszeichen) oder ein boolescher Wert (der Buchstabe **T** oder **F**) sein kann.

Das letzte Schlüsselwort im Header ist immer das Schlüsselwort **END**, das keine Wert- oder Kommentarfelder enthält.

Jeder Headerblock beginnt mit einer Reihe von erforderlichen Schlüsselwörtern, die die Größe und das Format der folgenden Dateneinheit angeben. Der Header eines 2-dimensionalen primären Bildarrays beginnt beispielsweise mit den folgenden Schlüsselwörtern:

SIMPLE	=	T / file does conform to FITS standard
BITPIX	=	16 / number of bits per data pixel
NAXIS	=	2 / number of data axes
NAXIS1	=	440 / length of data axis 1
NAXIS2	=	300 / length of data axis 2

Bemerkung: In Siril werden 64-Bit-FITS-Dateien nicht unterstützt. Siril liest sie, konvertiert sie aber in 32-Bit-Dateien.

5.3.2 Komprimierung

Die Komprimierung ist eine Methode zur Verringerung der Dateigröße. Es gibt viele Komprimierungsmethoden, je nach Art der verwendeten Bilder. Diese Kompression kann destruktiv sein, wie bei JPEG, oder verlustfrei, wie bei PNG.

Es ist möglich, mit komprimierten FITS-Dateien zu arbeiten. Auf Kosten einer längeren Berechnungszeit kann die Größe der Dateien erheblich reduziert werden. Siril bietet mehrere Komprimierungsalgorithmen an, die im Folgenden aufgeführt sind:

- **Rice:** Der Rice-Algorithmus ist einfach und sehr schnell
- **GZIP 1:** Der gzip-Algorithmus wird zum Komprimieren und Dekomprimieren der Bildpixel verwendet. Gzip ist der Kompressionsalgorithmus, der in dem gleichnamigen freien GNU-Softwareprogramm verwendet wird.
- **GZIP 2:** Die Bytes im Array der Bildpixelwerte werden in abnehmender Reihenfolge ihrer Bedeutung gemischt, bevor sie mit dem gzip-Algorithmus komprimiert werden. Dies ist normalerweise besonders effektiv bei der Komprimierung von Fließkomma-Arrays.

Diesen Algorithmen ist eine Option zugeordnet, die **Quantisierungsstufe**:

Während Bilder im Fließkommaformat verlustfrei komprimiert werden können (mit gzip, da Rice nur ganzzahlige Arrays komprimiert), lassen sich diese Bilder oft nicht sehr gut komprimieren, weil die Pixelwerte zu verrauscht sind; die weniger signifikanten Bits in der Mantisse der Pixelwerte enthalten effektiv nicht komprimierbare Zufalls-Bitmuster. Um eine höhere Komprimierung zu erreichen, muss man einen Teil dieses Rauschens entfernen, ohne jedoch den nützlichen Informationsgehalt zu verlieren. Ist er zu groß, werden die Pixelwerte unterabgetastet (undersampled), was zu einem Informationsverlust im Bild führt. Ist er jedoch zu klein, bleibt zu viel Rauschen in den Pixelwerten erhalten (oder das Rauschen wird sogar verstärkt), was zu einer schlechten Komprimierungsrate führt.

Bemerkung: Die unterstützten Bildkomprimierungsalgorithmen sind alle **verlustfrei**, wenn sie auf ganzzahlige FITS-Bilder angewandt werden; die Pixelwerte bleiben während des Komprimierungs- und Dekomprimierungsprozesses exakt und ohne Informationsverlust erhalten. Fließkomma-FITS-Bilder (mit BITPIX = -32 oder -64) werden zunächst in skalierte Integer-Pixelwerte quantisiert, bevor sie komprimiert werden. Diese Technik führt zu viel höheren Kompressionsfaktoren als die einfache Verwendung von GZIP zur Komprimierung des Bildes, bedeutet aber auch, dass die ursprünglichen Fließkomma-Pixelwerte möglicherweise nicht genau wiedergegeben werden, wenn das Bild entpackt wird. Wenn dies richtig gemacht wird, wird nur das "Rauschen" der Fließkommawerte entfernt, ohne dass wichtige Informationen verloren gehen.

5.3.3 Ausrichtung von FITS-Bildern

Der FITS-Standard ist ein Container, der beschreibt, wie Bilddaten und Metadaten gespeichert werden können. Professionelle Werkzeuge aus der Anfangszeit des FITS-Formats, wie [ds9](#) (Harvard Smithsonian Center for Astrophysics), [fv](#) (FITS-Viewer der NASA), speichern Bilder **von unten nach oben**. Man könnte versucht sein zu sagen, dass dies keine Rolle spielt, aber wenn es um Debayern oder Astrometrie geht, treten Probleme auf. Zum Beispiel wird das übliche **RGGB** Bayer-Muster zu **GBRG**, wenn das Bild auf dem Kopf steht.

Heutzutage schreiben die meisten Kameratreiber die Daten trotzdem in der Reihenfolge von oben nach unten, und wir müssen damit zurechtkommen.

Aus diesen Gründen haben wir kürzlich zusammen mit P. Chevalley von [CCDCiel](#) ein **neues FITS-Schlüsselwort** eingeführt. Wir ermutigen alle Datenproduzenten, INDI- und ASCOM-Entwickler, es zu verwenden, um die Dinge für alle einfacher zu machen.

Dieses Schlüsselwort ist ROWORDER vom Typ TSTRING. Es kann zwei Werte annehmen: BOTTOM-UP und TOP-DOWN.

Siril liest und zeigt Bilder immer in der Reihenfolge von unten nach oben an. Wenn jedoch im Schlüsselwort Top-Down-Informationen angegeben sind, wird Siril das Bild mit dem korrigierten Muster debayert.

Warum schreiben manche Programme Bilder überhaupt von unten nach oben?

Der Grund dafür ist: [Mathematik macht es so](#).

Außerdem sagt die [FITS-Spezifikation](#):

5.1. Konventionen für die Bildanzeige

Es ist sehr hilfreich, eine Konvention für die Darstellung von Bildern, die im FITS-Format übertragen werden, festzulegen. Viele der aktuellen Bildverarbeitungssysteme haben sich auf eine solche Konvention geeinigt. Daher empfehlen wir den FITS-Schreibern, die Pixel so anzuordnen, dass das erste Pixel in der FITS-Datei (für jede Bildebene) dasjenige ist, das vom Bildverarbeitungssystem des FITS-Schreibers in der linken unteren Ecke angezeigt würde (wobei die erste Achse nach rechts und die zweite Achse nach oben ansteigt). Diese Konvention ist in Ermangelung einer Beschreibung der Weltkoordinaten eindeutig hilfreich. Sie schließt nicht aus, dass ein Programm sich die Achsenbeschreibungen ansieht und diese Konvention außer Kraft setzt, oder dass der Benutzer eine andere Darstellung anfordert. Diese Konvention entbindet die FITS-Autoren auch nicht davon, vollständige und korrekte Beschreibungen der Bildkoordinaten zu liefern, die es dem Benutzer ermöglichen, die Bedeutung des Bildes zu bestimmen. Die Anordnung des Bildes für die Anzeige ist lediglich eine Konvention der Bequemlichkeit, während die Koordinaten der Pixel Teil der Physik der Beobachtung sind.

Warnung: Das Schlüsselwort ROWORDER kann verwendet werden für:

1. Anzeige des Bildes in der gewünschten Ausrichtung (Spiegeln der Anzeige).
2. Spiegeln des Bayer-Demosaikmusters. So kann das Demosaikmuster entsprechend dem Sensorhersteller festgelegt werden.

ABER

1. Der Befehl ROWORDER darf nicht verwendet werden, um die Bilddaten für das Stacking zu spiegeln. Andernfalls würden neue Bilder mit älteren Dark- und Flatbildern inkompatibel werden.
2. „ROWORDER“ darf nicht verwendet werden, um die Bilddaten für die astrometrische Lösung zu spiegeln. Dies würde dazu führen, dass die astrometrische Lösung nicht mit anderen Programmen kompatibel ist.

5.3.4 Software die dieses Schlüsselwort unterstützt

- Siril (ab Version 0.99.4)
- CCDCCiel (seit Version 0.9.72)
- Indi (seit Juli 2020)
- KStars (seit 3.4.3)
- SharpCap (seit Version 3.3)
- FireCapture (seit Version 2.7)
- N.I.N.A (seit Version 1.10)
- MaxImDL (seit Version 6.23)
- INDIGO (seit Jul. 2020)
- PixInsight (seit Version 1.8.8-6)
- ASTAP (seit Version 0.9.391)
- APT (seit Version 3.86.3)
- AstroDMx Capture (seit Version 0.80)
- Astroart (seit Version 8.0)

5.3.5 Abrufen der Bayer-Matrix

Die Reihenfolge der Bildzeilen ändert die Art und Weise, wie die Bayer-Matrix gelesen werden sollte, aber es gibt auch zwei optionale FITS-Header-Schlüsselwörter, die sich darauf auswirken: XBAYROFF und YBAYROFF. Sie geben einen Offset zur Bayer-Matrix an, um das Lesen in der ersten Spalte oder der ersten Zeile zu beginnen.

Um Entwicklern bei der Integration der Schlüsselwörter „ROWORDER“, „XBAYROFF“ und „YBAYROFF“ in ihre Software zu helfen, wurden einige Testbilder von Han Kleijn von „hnsky.org“ <<https://www.hnsky.org>> erstellt, eines für jede Kombination der drei Schlüsselwörter. Laden Sie sie hier herunter: [Bayer_test_pattern_v6.tar.gz](#).

5.3.6 Liste der FITS-Schlüsselwörter

Siril kann eine Vielzahl von Schlüsselwörtern lesen und interpretieren. Die folgende Liste veranschaulicht die nicht standardmäßigen Schlüsselwörter, die Siril bei Bedarf erkennt. Einige von Siril gelesene Schlüsselwörter erscheinen möglicherweise nicht in dieser Liste. Beispielsweise werden die Schlüsselwörter „CCDTEMP“ oder „TEMPERAT“, die die Temperatur des Sensors angeben, korrekt gelesen, aber unter dem Schlüsselwort „CCD-TEMP“ weitergegeben.

Tab. 1: FITS-Schlüsselwörter die Siril speichert

FITS Schlüsselwort	Typ	Kommentar
MIPS-HI	Unsigned short	Oberer Grenzwert der Visualisierung
MIPS-LO	Unsigned short	Unterer Grenzwert der Visualisierung
MIPS-FHI	Float	Oberer Grenzwert der Visualisierung
MIPS-FLO	Float	Unterer Grenzwert der Visualisierung
BZERO	Double	Datenbereich Offset zu dem von Vorzeichenlosen Shorts verschieben
BSCALE	Double	Standard-Skalierungsfaktor
ROWORDER	String	Reihenfolge der Zeilen in einem Bildarray

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

FITS Schlüsselwort	Typ	Kommentar
INSTRUME	String	Name des Instruments
TELESCOP	String	Name des für die Aufnahme genutzten Teleskops
OBSERVER	String	Name des Beobachters
DATE	String	Datum zu dem das FITS erstellt wurde als UTC-Datum
DATE-OBS	String	YYYY-MM-DDThh:mm:ss Beobachtungsbeginn, UT
STACKCNT	Unsigned int	Anzahl gestackter Einzelbilder
EXPTIME	Double	Belichtungszeit der Einzelbilder [s]
LIVETIME	Double	Gesamtbelichtungszeit [s]
EXPSTART	Double	Startzeitpunkt der Belichtung (julianisches Datum)
EXPEND	Double	Endzeitpunkt der Belichtung (julianisches Datum)
XPIXSZ	Float	Größe der Pixel in X-Richtung in Micron
YPIXSZ	Float	Größe der Pixel in Y-Richtung in Micron
XBINNING	Unsigned int	Binning-Modus der Kamera
YBINNING	Unsigned int	Binning-Modus der Kamera
FOCALLEN	Double	Brennweite der Kamera
CCD-TEMP	Double	Temperatur des Bildsensors in °C
SET-TEMP	Double	Eingestellte Temperatur in °C
FILTER	String	Name des genutzten Filters
IMAGETYP	String	Bildtyp
OBJECT	String	Name des interessierenden Objekts
APERTURE	Double	Blende des Instruments
ISOSPEED	Double	ISO-Einstellung der Kamera
BAYERPAT	String	Bayermuster
XBAYROFF	Int	X-Offset der Bayer-Matrix.
YBAYROFF	Int	Y-Offset der Bayer-Matrix
GAIN	Unsigned short	Gain der Kamera
OFFSET	Unsigned short	Offset-Einstellung der Kamera
CVF	Double	Konvertierungsfaktor (e-/adu)
AIRMASS	Double	Luftmasse
SITELAT	Double	[Grad] Breitengrad des Beobachtungsortes
SITELONG	Double	[Grad] Längengrad des Beobachtungsortes
SITELEV	Double	[m] Höhe des Beobachtungsortes
DFTTYPE	String	Modul/Phase einer diskreten Fourier-Transformation
DFTORD	String	Niedrige/hohe Raumfrequenz. befinden sich in der Bildmitte
DFTNORMX	String	Normalisierungswert für Kanal #X
PROGRAM	String	Software, die diese HDU erstellt hat
CTYPE1	String	Koordinatentyp für die erste Achse
CTYPE2	String	Koordinatentyp für die zweite Achse
CUNIT1	String	Einheit der Koordinaten
CUNIT2	String	Einheit der Koordinaten
EQUINOX	Double	Äquatoriales Äquinoktium
CTYPE3	String	RGB-Bild
OBJCTRA	String	Bildmitte Rektaszension (hms)
OBJCTDEC	String	Bildmitte Deklination (dms)
RA	Double	Bildmitte Rektaszension (Grad)
DEC	Double	Bildmitte Deklination (Grad)
CRPIX1	Double	Referenzpixel für Achse1
CRPIX2	Double	Referenzpixel für Achse2
CRVAL1	Double	Referenzwert für Achse1 (Grad)

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

FITS Schlüsselwort	Typ	Kommentar
CRVAL2	Double	Referenzwert für Achse2 (Grad)
CDEL1	Double	Pixelgröße X (Grad)
CDEL2	Double	Pixelgröße Y (Grad)
PC1_1	Double	Linear transformation matrix (1, 1)
PC1_2	Double	Linear transformation matrix (1, 2)
PC2_1	Double	Linear transformation matrix (2, 1)
PC2_2	Double	Linear transformation matrix (2, 2)
CD1_1	Double	Scale matrix (1, 1)
CD1_2	Double	Scale matrix (1, 2)
CD2_1	Double	Scale matrix (2, 1)
CD2_2	Double	Scale matrix (2, 2)
PLTSOLVD	Logical	Siril Solver (astrometrischer Löser)

5.4 Astro-TIFF

Im Jahr 2022 bot Han Kleijn, der Entwickler der Software [ASTAP](#), an, an der Entwicklung eines neuen Pseudo-Standards mitzuwirken, der das TIFF-Format verwendet und die Leistungsfähigkeit der FITS-Header nutzt. So entstand das Format [Astro-TIFF](#).

5.4.1 Warum ein neues Dateiformat unter all den Anderen?

Das derzeit am häufigsten verwendete Format für die Astrofotografie ist das FITS-Format. Dieses Format wurde von professionellen Wissenschaftlern entwickelt und erfüllt alle Erwartungen von Amateuren. Und obwohl seine große Flexibilität einige Bedenken hinsichtlich der Kompatibilität hervorruft, bleibt es das bevorzugte Format.

Es gibt noch andere spezialisierte Formate, die jedoch meist einer bestimmten Software zugeordnet sind. Wie das vom PixInsight-Team entwickelte XISF-Format. Dieses letzte Format wird zwar häufig in Siril angefordert, ist jedoch ein Format, das PixInsight, einer proprietären Software, gewidmet ist. Daher ist das Interesse an der Entwicklung der Kompatibilität mit Siril minimal und wir haben dies nur zum Lesen im 1.4.x-Zyklus umgesetzt.

Die Entwicklung von Astro-TIFF erscheint dann als eine gute Alternative, denn basierend auf dem TIFF-Format ist es möglich, die Dateien mit jeder Bildbearbeitungssoftware zu öffnen.

Schließlich unterstützt das TIFF-Format (wie auch das FITS-Format) eine Komprimierung, die eine kleinere Dateigröße ermöglicht.

5.4.2 Spezifikation 1.0

Datiert 2022-06-21

- Die Dateien entsprechen vollständig der TIFF 6.0-Spezifikation einschließlich Zusatz 2.
- Der FITS-Header wird in das TIFF-Basistag **Bildbeschreibung** geschrieben. Code 270, Hex 010E.
- Der Header folgt der FITS-Spezifikation mit der Ausnahme, dass die Zeilen kürzer als 80 Zeichen sein können und die Zeilen entweder mit CR+LF (0D0A) oder LF (0A) enden.
- Die erste Zeile der Beschreibung ist die erste Headerzeile und beginnt mit SIMPLE. Die letzte Zeile des Headers beginnt mit END.

Empfehlungen

- `TIFFtag_orientation=1` (links oben) Die Ausrichtung folgt den Konventionen. Pixel `FITS_image[1,1]` ist links unten. `TIFF_image[0,0]` ist links oben. Diese Pixel werden zunächst in die Datei geschrieben oder gelesen. Wenn Sie also ein FITS-Bild in TIFF schreiben und dabei die Ausrichtung für den Benutzer beibehalten, ist das erste zu schreibende Pixel `FITS_image[1,NAXIS2]`.
- `TIFFtag_compression=8` (Deflate) oder 5 (LZW).
- Für Graustufenbilder gilt `TIFFtag_PhotometricInterpretation = 1` (Mindestwert ist schwarz, Höchstwert ist weiß).
- Schreiben Sie alle verfügbaren Header-Schlüsselwörter.

Hinweise

- Diese Verwendung des TIFF-Formats ist für 16-Bit-Lights, -Darks, -Flats und -Flat-Darks (astronomische Bilder) gedacht, kann aber auch im 32-Bit-Format verwendet werden. Es ist möglich, FITS in TIFF und umgekehrt zu konvertieren, aber der Anwendungsprogrammierer kann entscheiden, nur im Astro-TIFF-Format zu exportieren (schreiben) oder nur zu importieren (lesen).
- Wenn eine astrometrische Lösung enthalten ist, sollte sie mit der Bildausrichtung übereinstimmen.
- Einige Header-Schlüsselwörter sind redundant wie `NAXIS1`, `NAXIS2`, `BZERO` und `BITPIX` und werden nicht benötigt. TIFF-Bildabmessungen und `-typ` sind maßgeblich.
- Das in der Kopfzeile angegebene Debayer-Pattern sollte mit der Bildausrichtung übereinstimmen.
- Der Header wird in vielen Bildbearbeitungsprogrammen sichtbar sein.

Beispiel für einen Astro-TIFF-Header, der genauso aussieht wie ein FITS-Header:

```
SIMPLE =          T / file does conform to FITS standard
BITPIX =          -32 / number of bits per data pixel
NAXIS   =          2 / number of data axes
NAXIS1  =         6248 / length of data axis 1
NAXIS2  =         4176 / length of data axis 2
NAXIS3  =          1 / length of data axis 3
EXTEND  =          T / FITS dataset may contain extensions
COMMENT  FITS (Flexible Image Transport System) format is defined in 'Astronomy
COMMENT  and Astrophysics', volume 376, page 359; bibcode: 2001A&A...376..359H
BZERO   =          0 / offset data range to that of unsigned short
BSCALE  =          1 / default scaling factor
DATE    =  '2022-12-14T16:05:47' / UTC date that FITS file was created
DATE-OBS=  '2022-05-06T20:29:20.019000' / YYYY-MM-DDThh:mm:ss observation start,
INSTRUME= 'ZWO CCD ASI2600MM Pro' / instrument name
OBSERVER= 'Unknown '          / observer name
TELESCOP= 'iOptron ZEQ25'     / telescope used to acquire this image
ROWORDER= 'TOP-DOWN'          / Order of the rows in image array
XPIXSZ  =          3.76 / X pixel size microns
YPIXSZ  =          3.76 / Y pixel size microns
XBINNING=          1 / Camera binning mode
YBINNING=          1 / Camera binning mode
FOCALLEN=         370.092 / Camera focal length
CCD-TEMP=         -9.8 / CCD temp in C
EXPTIME =         120 / Exposure time [s]
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung der vorherigen Seite)

```

STACKCNT=          126 / Stack frames
LIVETIME=          15120 / Exposure time after deadtime correction
FILTER  = 'Lum      ' / Active filter name
IMAGETYP= 'Light Frame' / Type of image
OBJECT  = 'Unknown ' / Name of the object of interest
GAIN    =          100 / Camera gain
OFFSET  =          50 / Camera offset
CTYPE1  = 'RA---TAN' / Coordinate type for the first axis
CTYPE2  = 'DEC--TAN' / Coordinate type for the second axis
CUNIT1  = 'deg      ' / Unit of coordinates
CUNIT2  = 'deg      ' / Unit of coordinates
EQUINOX =          2000 / Equatorial equinox
OBJCTRA = '09 39 54.932' / Image center Right Ascension (hms)
OBJCTDEC= '+70 00 10.118' / Image center Declination (dms)
RA      =          144.979 / Image center Right Ascension (deg)
DEC     =          70.0028 / Image center Declination (deg)
CRPIX1  =          3123.5 / Axis1 reference pixel
CRPIX2  =          2088.5 / Axis2 reference pixel
CRVAL1  =          144.979 / Axis1 reference value (deg)
CRVAL2  =          70.0028 / Axis2 reference value (deg)
CD1_1   =          -0.000580606 / Scale matrix (1, 1)
CD1_2   =          -4.12215e-05 / Scale matrix (1, 2)
CD2_1   =          -4.11673e-05 / Scale matrix (2, 1)
CD2_2   =          0.000580681 / Scale matrix (2, 2)
PLTSOLVD=          T / Siril internal solve
HISTORY Background extraction (Correction: Subtraction)
HISTORY Plate Solve
END

```

5.4.3 Speichern von Astro-TIFF in Siril

In Siril können Sie Astro-TIFF-Dateien speichern, indem Sie das TIFF-Format im Speicherdialog auswählen, wenn Sie auf *Speichern unter* klicken. In der Dropdown-Liste des TIFF-Dialogs können Sie wählen, ob Sie im Standard-TIFF-Format oder im Astro-TIFF-Format speichern möchten. Letzteres ist das Standardformat.

Siril Kommandozeile

```
savetif filename [-astro] [-deflate]
```

Speichert das aktuelle Bild in Form einer unkomprimierten TIFF-Datei mit 16 Bit pro Kanal: **filename.tif**. Die Option **-astro** ermöglicht das Speichern im Astro-Tiff-Format, während **-deflate** die Kompression aktiviert

Siehe auch SAVETIF32 und SAVETIF8

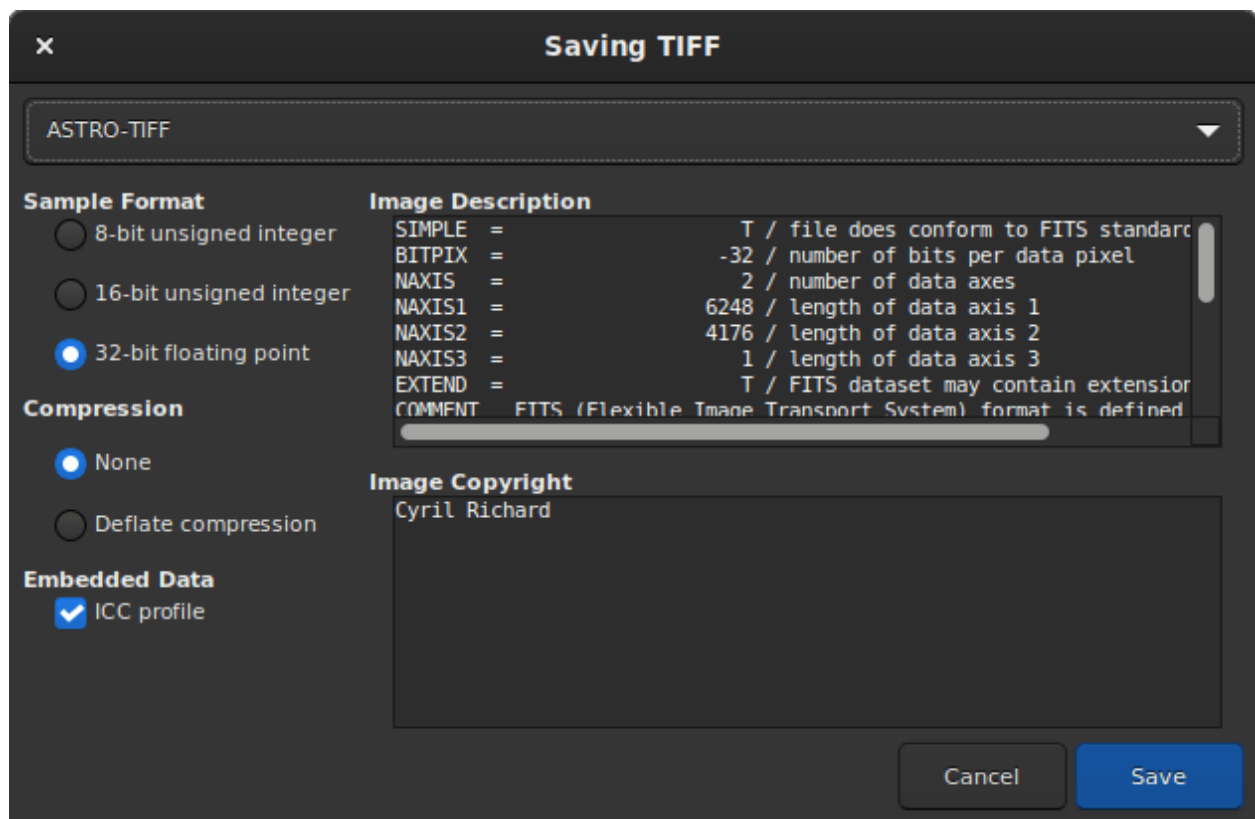


Abb. 3: Speichern-Dialog mit Astro-TIFF-Option

5.4.4 Beispieldateien

- Astro-TIFF-Datei erstellt von Siril (32-bit, unkomprimiert).
- Astro-TIFF-Datei erstellt von Siril (32-bit, komprimiert).

5.5 SER Format

Das SER-Dateiformat ist ein einfaches Bildsequenzformat, ähnlich wie bei unkomprimierten Videos. Die Dokumentation ist auf der [offiziellen Seite](#) zu finden. Das neueste PDF-Dokument ist auch auf der [gespiegelten freien Seite](#) zu finden.

Mit den Verbesserungen der Versionen 2 und 3 kann SER auch Farbbilder verarbeiten, was es zum perfekten Ersatz für das übliche AVI- oder ein anderes Videoformat macht, das von älteren Aufnahmeprogrammen in allen astronomischen Situationen erzeugt wird. Komprimierte Bilder sollten nicht für die Astronomie verwendet werden, können aber dennoch in SER konvertiert werden, wodurch die Dateien bei gleicher Qualität größer werden, aber einfacher zu bearbeiten sind.

Siril kann jede Bildsequenz und viele Filmformate in SER-Dateien umwandeln. [Ser-player](#) ist ein großartiges Tool, mit dem SER-Dateien wie ein Film angezeigt werden können, mit vielen Optionen und funktioniert auf den meisten Betriebssystemen.

Das Hauptproblem bei AVI und anderen Filmcontainern besteht darin, dass sie für viele Codecs und Pixelformate ausgelegt sind, was für allgemeine Filme gut ist, aber von der Astronomiesoftware verlangt, dass sie eine große Anzahl unterschiedlicher Dateiformate verarbeiten kann. Allzweck-Videosoftware ist oft nicht in der Lage, 16-Bit-Pixelwerte oder einige unkomprimierte Datenformate zu verarbeiten. Bei SER reicht ein einziges Dateiformat aus, um alles zu verarbeiten, weshalb Siril zum Beispiel jetzt eine Verarbeitung nur für SER entwickelt.

5.5.1 Dateistruktur

Eine SER-Datei besteht aus drei Teilen:

- einen 178-Byte-Header mit Bild- und Beobachtungsinformationen
- Bilddaten, Rohpixeldaten
- ein optionaler Trailer, der Daten für alle Bilder der Sequenz enthält

5.5.2 Umgang mit Farben

In Version 3 (2014) gibt es zwei Möglichkeiten, farbige Bilder in SER zu verarbeiten. Wenn die Daten direkt von einem Sensor kommen, ist der bevorzugte Weg wahrscheinlich die Verwendung von Ein-Ebenen-Bildern und die Interpolation von Daten aus dem [Farbfilter-Matrix](#) (ähnlich den CFA-Dateiformaten, die in Astronomiesoftware verwendet werden).

Die andere Möglichkeit, die in Version 3 hinzugefügt wurde, ist die Verwendung von drei Ebenen zur Darstellung von RGB-Bilddaten. SER v3 unterstützt RGB/BGR 8/16-Bit-Daten. Dies kann nützlich sein, wenn Daten aus einer Quelle mit einem unbekannten Farbfilter-Array konvertiert werden oder für allgemeine Konvertierungen.

5.5.3 Spezifikationsproblem mit Endianness

Da SER-Dateien Bilder mit 16-Bit-Präzision enthalten können, muss die Endianness genau angegeben werden. Die Spezifikation erlaubt es, dass die Endianness entweder Big-Endian oder Little-Endian sein kann, um die Dateierstellung auf verschiedenen Systemen zu erleichtern, solange die verwendete Endianness im Header der Datei dokumentiert ist.

Aus einem unbekannten Grund missachten einige der ersten Programme, die SER unterstützen, die Spezifikation für das Endianness-Flag. Die Spezifikation besagt, dass ein boolescher Wert für den LittleEndian-Header verwendet wird, und sie verwenden ihn als BigEndian-Header, mit 0 für Little-Endian und 1 für Big-Endian. Um die Kompatibilität mit diesen ersten Implementierungen nicht zu verletzen, haben spätere Programme wie Siril, [GoQat](#), Ser-player und viele andere beschlossen, diesen Header entgegen der Spezifikation zu implementieren.

5.6 IRIS PIC

Das PIC-Format ist ein proprietäres Bildformat, das für die IRIS-Software von Christian Buil erstellt wurde. Um die Kompatibilität mit Letzterem sicherzustellen, ist Siril in der Lage, diesen Dateityp zu lesen. Da das Format jedoch proprietär ist und die Spezifikationen nicht bekannt sind, werden bei der Konvertierung in FITS nicht alle Header-Informationen gespeichert.

Siril kann nicht im PIC-Format aufnehmen.

Sequenzen werden von Siril verwendet, um eine Reihe von zu bearbeitenden Daten darzustellen, z.B. eine Anzahl an Darks, die wir in ein Masterdark verrechnen werden. Es ist ein sehr nützliches Werkzeug für den Umgang mit einer großen Anzahl von Dateien die miteinander verknüpft oder verrechnet werden müssen.

6.1 Ein Satz aus zwei oder mehr FITS-Dateien

Siril verwendet von Haus aus 32-Bit Gleitkommazahlen oder 16-Bit Ganzzahlen ohne Vorzeichen für die Bilder im *FITS*-Format, andere Formate werden automatisch konvertiert. Um als Sequenz erkannt zu werden, müssen die Dateinamen von FITS-Bildern einem bestimmten Muster entsprechen, nämlich:

```
basename$i.[ext]
```

- **basename** kann alles sein, was aus ASCII-Zeichen besteht. Normalerweise ist es praktisch, aber nicht zwingend erforderlich, dass er mit dem Zeichen `_` beginnt. Er wird als Name der Sequenz verwendet.
- **\$i** ist der Index des Bildes. Er muss eine positive Zahl sein und kann mehrere führende Nullen enthalten.
- **[ext]** ist die unterstützte Erweiterung, wie in *Einstellungen* erklärt, standardmäßig wird `fit` verwendet.

Bemerkung: Die Erweiterung, die zum Auffinden von FITS-Sequenzen im aktuellen Arbeitsverzeichnis verwendet wird, entspricht der in den Einstellungen konfigurierten Erweiterung und den von Siril erstellten Dateien.

Warnung: Einige Betriebssysteme begrenzen die Anzahl der Bilder, die gleichzeitig geöffnet werden können, was für Median- oder Mean-Stacking-Methoden erforderlich ist. Unter Windows liegt die Grenze bei 2048 Bildern. Wenn Sie sehr viele Bilder haben, sollten Sie eine andere Art von Sequenz verwenden, die im Folgenden beschrieben wird.

6.2 Eine einzelne SER-Datei

SER ist ein Format, welches eine Aufnahmesequenz von mehreren zusammenhängenden Bildern in einer einzigen Datei enthält. Es ist ein eher einfaches Format, das nicht so viele Metadaten enthalten kann wie FITS-Dateien, allerdings mehr als einfache Filme und die Daten werden nicht komprimiert. SER-Dateien können nur Bilder mit 8 oder 16 Bit pro Kanal enthalten. Es gibt drei Arten von SER-Dateien, je nach Pixelinhalt: minichrom, CFA oder Farbe (3 Kanäle).

Bemerkung: Eine SER-Datei kann entweder über *Datei* und *Öffnen*, oder mit der Schaltfläche *Suche Sequenzen* geöffnet werden.

Siehe *SER* für weitere Informationen über das SER-Format und warum Filmformate wie unkomprimiertes AVI nicht für die Astronomie verwendet werden sollten.

Warnung: Bis zu einem gewissen Grad werden auch normale Filmdateien wie AVI oder andere Container unterstützt. Die Unterstützung von Filmdateien wird zugunsten von SER aufgegeben, aber es kann immer noch nützlich sein, einen Film in Siril zu öffnen, um seinen Inhalt zu untersuchen, einige Bilder zu extrahieren oder sie zu konvertieren. Einige Operationen können immer noch durchgeführt werden, allerdings langsamer als bei anderen Sequenzen, z.B. Summenstacking. Für eine vollständige Bearbeitung stoßen Sie auf Einschränkungen und Inkompatibilitäten.

6.3 Eine einzelne FITS-Datei

Bemerkung: Auch FITS-Würfel (FITS cubes) oder FITS-Sequenzen genannt, oder kurz FITSEQ in Siril.

Das FITS-Format ist ein Container für Bilder und wissenschaftliche Daten, der mehrere dieser Daten in einer einzelnen Datei enthalten kann. Wir können damit einen ganzen Satz von FITS-Bildern in einer einzigen Datei speichern, wobei der FITS-Header jedes Bildes erhalten bleibt. Es ist das Dateiformat, welches professionelle Astronomen verwenden.

Es ist einfacher, eine Datei auf der Festplatte zu verwalten als 2000, aber da es sich um eine einzelne Datei handelt, sind einige Operationen an einzelnen Bildern der Sequenz möglicherweise nicht möglich. Insbesondere ist es in Siril derzeit nicht möglich, den Header eines Einzelbildes zu ändern.

Dieses Format ist eine Alternative zu SER für eine Einzeldateisequenz, mit 32 Bit pro Kanal und voller Header-Unterstützung.

6.4 Eine Sequenz laden

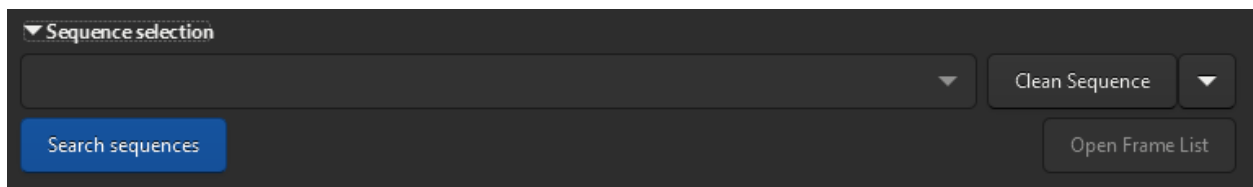


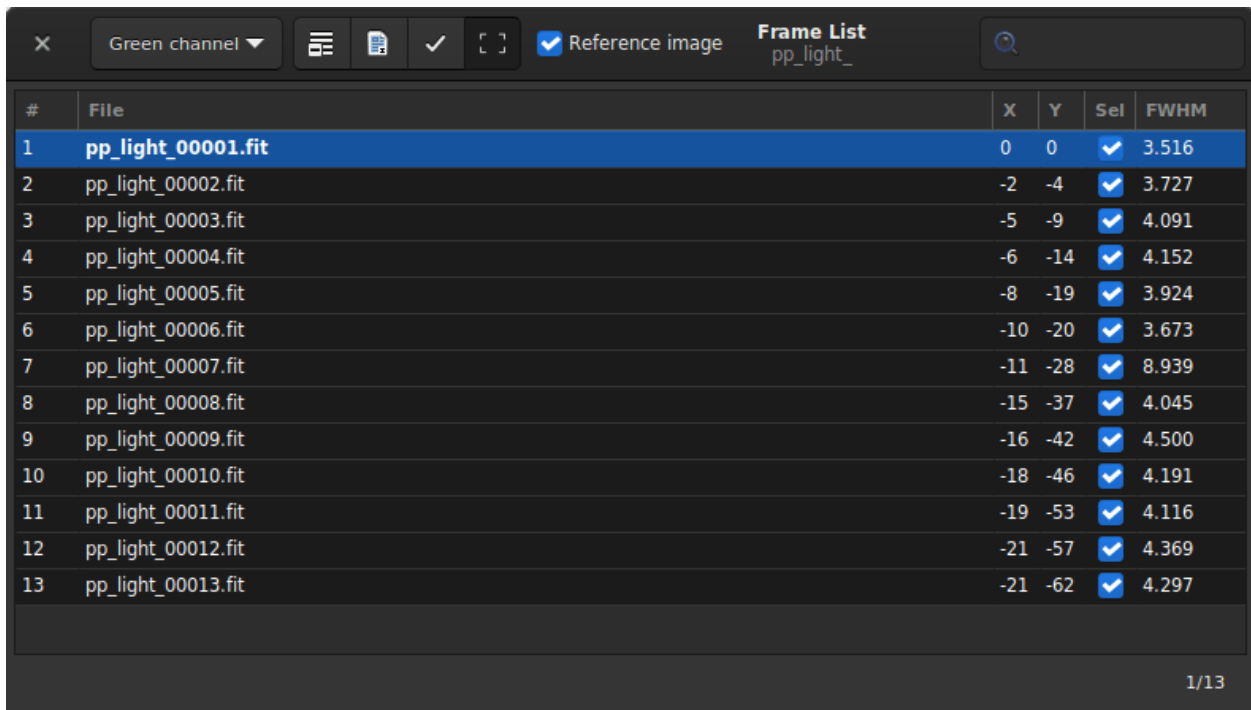
Abb. 1: Sequenzsuche und Aufräumen.

Wenn das Arbeitsverzeichnis auf den korrekten Pfad eingestellt ist, die FITS-Dateien der korrekten Nomenklatur folgen und die Erweiterung der FITS-Dateien ebenfalls korrekt eingestellt ist, klicken Sie auf die Schaltfläche *Suche Sequenzen* in der Registerkarte "Sequenzen". Es öffnet sich eine Dropdown-Liste mit allen im Ordner verfügbaren Sequenzen. Wenn nur eine gefunden wird, wird sie automatisch ausgewählt und geladen.

6.5 Bilderliste

Eine der großen Stärken von Siril ist, dass es Bildsequenzen leicht manipulieren kann. Beim Öffnen einer Sequenz wird das Referenzbild (siehe unten) angezeigt, standardmäßig ist dies das erste Bild der Sequenz. Manchmal kann es jedoch nützlich sein, einzelne Bilder einer Sequenz zu betrachten. Dies ist mit der Bilderliste möglich, der über die

Symbolleiste mit der Schaltfläche  oder über die Registerkarte Sequenz mit der Schaltfläche *Bilderliste öffnen* verfügbar ist.



#	File	X	Y	Sel	FWHM
1	pp_light_00001.fit	0	0	✓	3.516
2	pp_light_00002.fit	-2	-4	✓	3.727
3	pp_light_00003.fit	-5	-9	✓	4.091
4	pp_light_00004.fit	-6	-14	✓	4.152
5	pp_light_00005.fit	-8	-19	✓	3.924
6	pp_light_00006.fit	-10	-20	✓	3.673
7	pp_light_00007.fit	-11	-28	✓	8.939
8	pp_light_00008.fit	-15	-37	✓	4.045
9	pp_light_00009.fit	-16	-42	✓	4.500
10	pp_light_00010.fit	-18	-46	✓	4.191
11	pp_light_00011.fit	-19	-53	✓	4.116
12	pp_light_00012.fit	-21	-57	✓	4.369
13	pp_light_00013.fit	-21	-62	✓	4.297

Abb. 2: Bilderliste mit der Sie ein Einzelbild aus der Sequenz auswählen und anzeigen, als Referenzbild festlegen oder ausschließen können.

Wenn Sie auf ein Bild aus der Liste klicken, wird es im Hauptbereich angezeigt, während die Sequenz als aktives Objekt für die Bearbeitung beibehalten wird. Das Werkzeug ist mehr als nur eine Bildauswahl, es kann auch dazu verwendet werden, Bilder **manuell aus der Sequenz auszuschließen** oder zu visualisieren, welche Bilder noch enthalten sind, die Werte der Bildqualität und der Verschiebung zwischen Bildern zu visualisieren (wenn sie berechnet wurden), und das Referenzbild zu ändern. Beachten sie, dass weitere Informationen zur Bildqualität auf der Registerkarte "Grafischer Plot" angezeigt werden.

Wenn Sie ein Bild aus der Sequenz ausschließen, bedeutet das nicht, dass seine Daten endgültig gelöscht werden, es wird nur nicht für die nachfolgenden Verarbeitungsschritte verwendet, wenn dies eingestellt wird. In den meisten Fällen heißt die entsprechende Option *Nur ausgewählte Bilder verarbeiten*.

Das **Referenzbild** ist das Bild einer Sequenz, das als Ziel für die Registrierung und für die Normalisierung genutzt wird. Die übrigen Bilder werden so transformiert, dass sie wie das Referenzbild aussehen, daher sollte es sehr sorgfältig

ausgewählt werden. Glücklicherweise kann seit Siril 1.2 eine neue Registrierung in zwei Durchgängen automatisch das beste Bild der Sequenz als Referenzbild auswählen bevor mit der Bildtransformation begonnen wird.

Die Kopfzeile des Fensters bietet zahlreiche Steuerelemente für die Sequenzeigenschaften:

- Das Dropdown-Menü ermöglicht es, den Kanal zu ändern, für den die Registrierungsdaten (Qualität, Verschiebung) angezeigt werden, falls diese Daten für andere Kanäle vorhanden sind.
- Mit der ersten Schaltfläche der Symbolleiste werden alle Bilder der Sequenz als manuell ausgeschlossen gekennzeichnet.
- Die Zweite markiert alle Bilder als ausgewählt.

Siril Kommandozeile

```
select sequencename from to
```

Dieser Befehl ermöglicht eine einfache Auswahl von vielen Bildern in der geladenen Sequenz (von **from** bis **to** eingeschlossen). Dies ist eine Auswahl für eine spätere Verarbeitung.

Siehe auch UNSELECT

Verweise: [unselect](#)

Siril Kommandozeile

```
unselect sequencename from to
```

Ermöglicht die einfache Abwahl von vielen Bildern in der geladenen Sequenz (von **from** bis **to** eingeschlossen). Siehe SELECT

Verweis: [select](#)

- Die Dritte schließt die aus der Liste ausgewählten Bilder ein oder aus (Mehrfachauswahl mit Ctrl oder Shift).
- Die letzte Schaltfläche kann deaktiviert werden, um das rote Rechteck über den registrierten Bildern auszublenden. Es stellt den Bildausschnitt des Referenzbildes dar, wie er durch die Registrierung berechnet wurde.
- Die Schaltfläche *Referenzbild* dient der Auswahl des Referenzbildes für die Sequenz. Alle Sequenzen müssen ein Referenzbild haben; wenn keines ausgewählt wurde, wird standardmäßig das erste Bild der Sequenz genutzt.

Siril Kommandozeile

```
setref sequencename image_number
```

Legt das Referenzbild der im ersten Argument angegebenen Sequenz fest. **image_number** ist die fortlaufende Nummer des Bildes in der Sequenz, nicht die Nummer im Dateinamen, beginnend bei 1

- Mit dem Suchfeld können Sie schließlich die Bilder über ihren Namen suchen.

Es ist auch möglich, alle Bilder zu sortieren, indem Sie auf die Spaltenüberschriften klicken. So können Sie die Bilder nach ihrem Namen, ihrer Nummer, ihrer X/Y-Verschiebung oder ihrem FWHM-Wert sortieren. Letzteres ist sehr nützlich um sich die besten und schlechtesten Bilder anzuschauen.

6.6 Sequenzexport

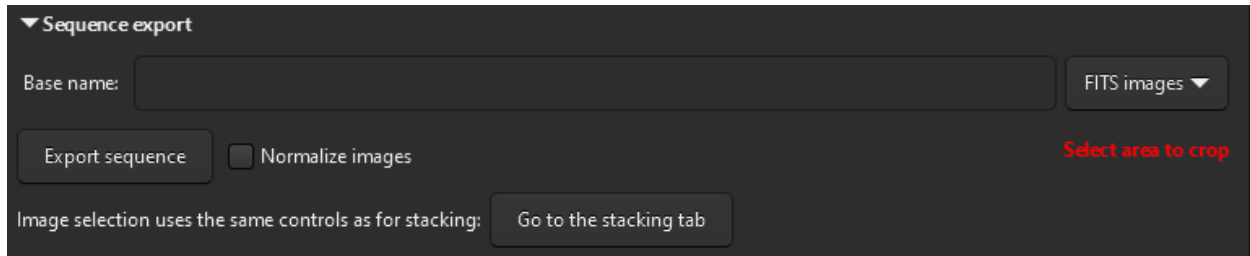


Abb. 3: Geben Sie einen Namen und ein Ausgabeformat an, um eine Sequenz zu exportieren.

Die Funktion **Sequenz exportieren** ist ein nützliches Werkzeug in Siril, mit dem Sie eine Sequenz von Bildern in verschiedenen Formaten exportieren können. Diese Funktion ist besonders nützlich, wenn Sie die Bilder unter Berücksichtigung der in der seq-Datei enthaltenen Registrierungsinformationen exportieren möchten, mit optionalem Zuschchnitt und Normalisierung.

Mit der Sequenz-Exportfunktion können Sie eine zu exportierende Sequenz auswählen, das Dateiformat und die Komprimierungsstufe für Videoformate wählen. Die Sequenz-Exportfunktion von Siril unterstützt eine breite Palette von Bilddateiformaten, einschließlich FITS (einzelne FITS-Datei oder Sequenz-FITS-Datei), TIFF, SER, AVI, MP4 und WEBM und kann bei der Erstellung von Zeitraffern sehr nützlich sein.

Die Schaltfläche *Bilder normalisieren* ermöglicht es Ihnen, die Bilder in Bezug auf das Referenzbild zu normalisieren. Die Normalisierung entspricht derjenigen, die *beim Stacking* durchgeführt wird, mit den folgenden Einstellungen: *Additiv mit Skalierung*, *Schnellere Normalisierung* deaktiviert.

Außerdem ist es möglich, mit dem Kriterium *Bildfilterung* zu spielen, um Bilder je nach ihrer Qualität auszuschließen oder nicht. Eine Schaltfläche `:guilabel:Gehe zur Registerkarte Stacking`` wurde hier hinzugefügt, um einfach zu der Registerkarte zu gelangen, die die Bilder anzeigt.

6.7 Sequenzinformationen

Alle Informationen zur Sequenz, die Registrierungsinformationen, die Statistiken und die Auswahl der Einzelbilder werden in einer `.seq`-Datei gespeichert, die neben den Dateien der Sequenz abgespeichert wird. Es wird dringend empfohlen, diese Datei niemals manuell zu bearbeiten, da Siril sie kontinuierlich verändert und ein einziges falsches Zeichen das Lesen der Sequenzdatei beeinträchtigen könnte.

Eine Möglichkeit, den Inhalt dieser Sequenzdatei zu bereinigen, besteht darin, die Registerkarte **Sequenz** auszurufen und auf *Sequenz säubern* zu klicken. Die Auswahl dessen, was bereinigt werden soll, kann durch Klicken auf den kleine Pfeil daneben eingestellt werden.

Siril Kommandozeile

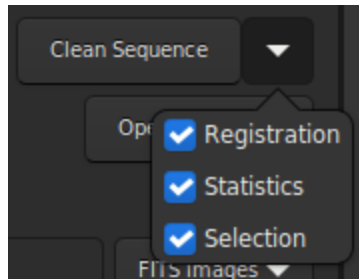


Abb. 4: Menü zur Bereinigung der Sequenzdatei.

```
seqclean sequencename [-reg] [-stat] [-sel]
```

Dieser Befehl löscht Auswahl-, Registrierungs- und/oder Statistikdaten, die für die Sequenz **sequencename** gespeichert wurden.

Mit den Optionen **-reg**, **-stat** und **-sel** können Sie festlegen, dass nur die Registrierung, die Statistik und/oder die Auswahl gelöscht wird. Wenn keine Option angegeben wird, werden alle gelöscht

Definitionen und Arbeitsablauf

Astrofotografie ist der Prozess der Aufnahme von Bildern von Himmelsobjekten. Sie umfasst mehrere Schritte, darunter die Kalibrierung und die Verarbeitung, die zwar getrennt, aber miteinander verbunden sind.

Kalibrierung ist der erste Schritt der Arbeit mit astrophotographischen Rohdaten. Er beinhaltet die Vorbereitung der Daten für die weitere Verarbeitung. Dieser Schritt umfasst in der Regel eine Dunkelstromsubtraktion (Darks), eine Flat-Field-Korrektur (Flats) und die Korrektur anderer grundlegender Probleme wie die Beseitigung heißer und kalter Pixel (Hot/Cold Pixel).

Verarbeitung bezieht sich auf die Nachbearbeitung der kalibrierten Daten, im Allgemeinen nach dem Stacking. Hier wendet der Astrofotograf verschiedene Techniken an, um das endgültige Bild zu verbessern und Details und Merkmale hervorzuheben. Dazu können Schärfung (Entfaltung/Dekonvolution), Farbkalibrierung, Rauschunterdrückung und Streckung des Bildes gehören, um die Sichtbarkeit schwacher Details zu verbessern.

Kurz gesagt, die Kalibrierung schafft die Voraussetzungen für die Verarbeitung, indem sie sicherstellt, dass die Daten in einer geeigneten Form vorliegen und von unerwünschten Signalen bereinigt sind, während es bei der Verarbeitung darum geht, das Beste aus dem Signal herauszuholen, um das endgültige Bild zu erzeugen. Beide Schritte sind in der Astrofotografie wichtig, und die Qualität des Ergebnisses hängt von den in beiden Phasen angewandten Fähigkeiten und Techniken ab.

In Siril erfolgt der Großteil der Vorverarbeitung/Kalibrierung in der Reihenfolge der Registerkarten im rechten Fensterbereich und erfordert die Verwendung von Masterdateien. Dieser Prozess kann recht einfach automatisiert werden, und die in Siril enthaltenen Skripte übernehmen diese Aufgabe. Die Bildverarbeitung wird über das spezielle Menü *Bildverarbeitung* durchgeführt. Dieser Prozess ist schwieriger zu automatisieren, da er für jedes Bild spezifisch ist und aus einer iterativen Arbeit besteht.

Vorbereitung

Dieser Abschnitt führt Sie durch die verschiedenen Schritte zur Kalibrierung Ihrer Bilder, vom Import in Siril bis zur Erstellung Ihres gestackten Summenbildes.

Der rechte Bereich enthält die Registerkarten, die während der Kalibrierung nützlich sind. Sie sind so konzipiert, dass sie während des gesamten Prozesses von links nach rechts verwendet werden, mit einigen Ausnahmen für die Erstellung von Master-Bildern. Diese Registerkarten sind auch über die Tastenkürzel F1 bis F7 zugänglich.

Die Kalibrierung (oder Vorverarbeitung) ist der Schritt, der mit der Konvertierung und dem Stacking der Bilder beginnt. Ziel ist es, alle unerwünschten Signale zu entfernen und das Rauschen auf allen Teilbildern zu reduzieren.

8.1 Umrechnung

Siril unterstützt nativ das FITS 32-Bit Format sowie das SER Format. Daher muss jedes andere Dateiformat zunächst in diese Formate konvertiert werden, um benutzt werden zu können und eine *Sequenz* zu erzeugen. Die unterstützten Dateiformate sind in der Registerkarte angegeben und hängen davon ab, wie Siril kompiliert wurde.

Siril bietet eine Umrechnungs-Registerkarte, die in 2 Bereiche unterteilt ist. Im oberen Bereich können Sie die **Quell-dateien** laden, die Sie konvertieren möchten.

Die Verwaltung dieser Dateien erfolgt über die Mini-Symboleiste



- Mit der ersten Schaltfläche, der Schaltfläche +, können Sie alle Ausgangsdateien laden. Sie öffnet ein Dialogfenster, in dem Sie die zu konvertierenden Dateien auf Ihrem Computer auswählen können. Es werden nur die von Siril unterstützten Formate angezeigt.

Tipp: Es ist auch möglich, Dateien direkt mit der Maus in den Bereich **Quellen** zu ziehen und abzulegen. Der Ablagebereich wird hervorgehoben, wenn sich die Dateien/der Mauszeiger dabei über ihm befinden.

- Die zweite Schaltfläche, die Schaltfläche -, ermöglicht das Löschen von ausgewählten Dateien. Es können mehrere Dateien gleichzeitig gelöscht werden. Sie werden nicht von der Festplatte gelöscht, sondern nur aus dem Konvertierungsbereich.

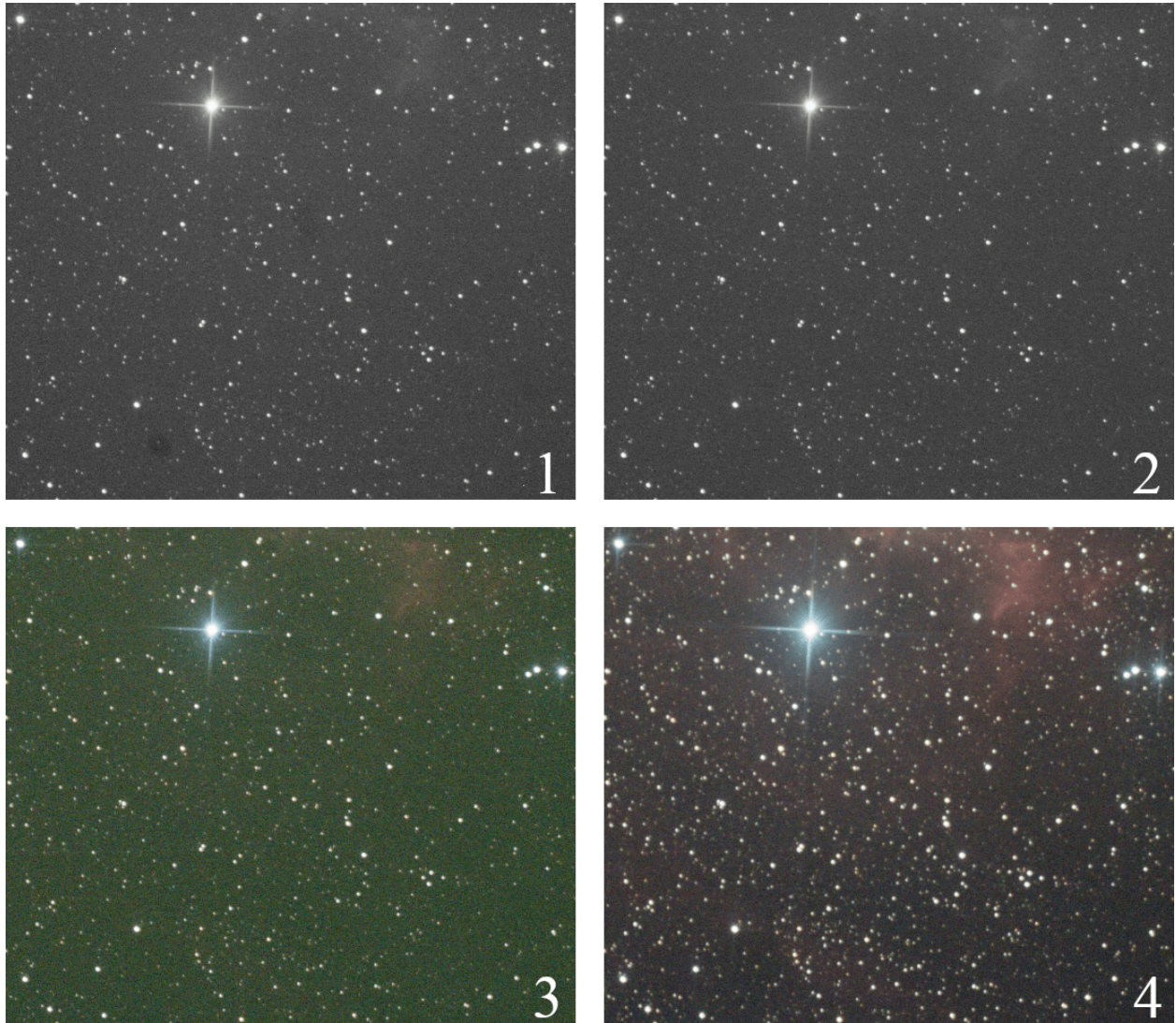


Abb. 1: **Bild 1** zeigt das Ergebnis der Konvertierung eines Rohbildes einer Digitalkamera. Man kann sichtbaren Staub erkennen, der dunklen Flecken ähnelt. **Bild 2** zeigt nach der Kalibrierung der Bilder durch die Master-Darks, -Bias und -Flats die vollständige Entfernung dieser Flecken und ein sauberes Signal. **Bild 3** ist das gleiche Bild nach dem Demosaicing (Debayering). Es zeigt die Farben und einen sehr starken Grünstich, der auf die höhere Empfindlichkeit der grünen Pixel auf den Sensoren zurückzuführen ist. **Bild 4** schließlich zeigt das Resultat des Stackings mit Kanalausgleich.

▼ Source

Name	Size	Date
LIGHT_300s_800iso_+19c_20150822-00h10m56s989ms.CR2	15.6 MB	Sat Aug 22 02:16:06 2015
LIGHT_300s_800iso_+20c_20150822-00h21m36s403ms.CR2	15.6 MB	Sat Aug 22 02:26:44 2015
LIGHT_300s_800iso_+20c_20150822-00h31m31s194ms.CR2	15.6 MB	Sat Aug 22 02:36:40 2015
LIGHT_300s_800iso_+20c_20150822-00h41m38s809ms.CR2	15.6 MB	Sat Aug 22 02:46:48 2015
LIGHT_300s_800iso_+20c_20150822-00h51m52s581ms.CR2	15.6 MB	Sat Aug 22 02:57:02 2015
LIGHT_300s_800iso_+20c_20150822-01h01m52s722ms.CR2	15.6 MB	Sat Aug 22 03:07:02 2015

6 files loaded

Abb. 2: Bereich "Quelle" der Registerkarte Umrechnung.

- Mit der letzten Schaltfläche können Sie alle geladenen Dateien auf einmal löschen.

Die Anzahl der geladenen und ausgewählten Dateien wird in der Statusleiste rechts neben der Symbolleiste angezeigt. Im Abschnitt **Ziel** können Sie den Namen der Sequenz wählen, die nach der Konvertierung der Dateien erstellt wird.

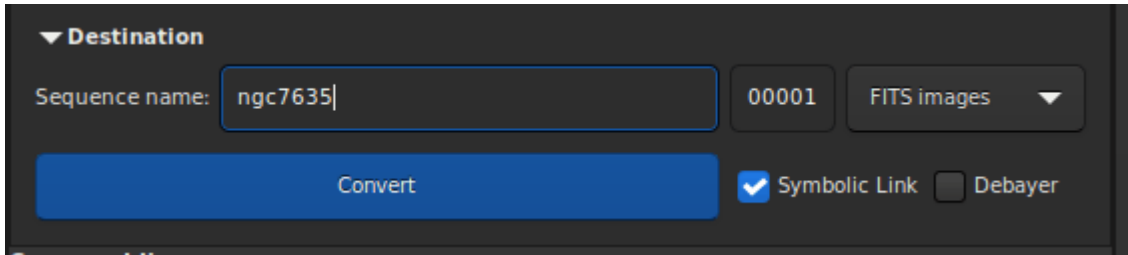


Abb. 3: Zielfeld der Registerkarte Konvertierung.

Für eine Sequenz mit dem Namen `basename` haben die konvertierten Dateien also die Form

`basenameXXXXX.[ext]`

Die Erweiterung ist wie in den *Einstellungen* definiert. Der XXXXX-Index beginnt standardmäßig bei 00001 mit dem ersten Bild, aber es ist möglich, einen anderen Startindex zu definieren. Dies kann im Falle von Mehrfachsessions (z.B. mehrere Nächte), die sich dieselben Masterdateien teilen, nützlich sein. Es sind drei Arten von Ausgabesequenzen möglich, die aus einem Dropdown-Menü ausgewählt werden können:

- FITS Bilder
- SER Sequenz
- FITS Sequenz

Diese Dateiformate werden im Abschnitt *Sequenzen* in dieser Dokumentation erläutert.

Wenn die Eingabedateien im FITS-Format vorliegen, ist es technisch gesehen nicht erforderlich, sie zu konvertieren. Sie können dies jedoch tun, damit die Dateien umbenannt werden können, um eine Sequenz zu erstellen und in Siril verarbeitet werden zu können. Um die Festplatte nicht unnötig zu füllen, kann man dann die Option *Symbolischer Link* wählen. Diese Option erstellt einen symbolischen Link für die FITS-Dateien, anstatt sie zu kopieren. Diese Option ist daher nur verfügbar, wenn die Ausgabedateien FITS-Bilder sind.

Bemerkung: Wenn symbolische Links aktiviert sind, wird die Komprimierung deaktiviert.

Warnung: Unter Microsoft Windows erfordert die Verwendung von symbolischen Links die Aktivierung des *Entwicklermodus* in Windows.

Warnung: Wenn Sie unter GNU/Linux die Fehlermeldung **Symbolic link Error: Funktion nicht implementiert** sehen, könnte das daran liegen, dass Sie versuchen, eine symbolische Linksequenz in einem Verzeichnis auf einem Dateisystem zu erstellen, das keine symbolischen Links zulässt.

Wenn es sich bei den Ausgabeformaten um SER- oder FITS-Sequenzen handelt, wird die Option *Mehrere Sequenzen* sichtbar. Aktivieren Sie diese Option, um mehrere Sequenzdateien anstelle einer einzigen SER- oder FITS-Datei für alle Eingabeelemente zu erstellen. Verwenden Sie diese Option, wenn die Eingabeelemente (Sequenzdateien wie Filme, SER- oder FITS-Würfel) nicht die gleiche Bildgröße haben oder nicht zusammen verarbeitet werden dürfen.

Die letzte Option *Debayern* ermöglicht es dem Benutzer, die Bilder während der Konvertierung zu Debayern/Demosaikern. Diese Option sollte im Allgemeinen nicht verwendet werden, wenn es sich bei den Bildern um Bias, Darks oder Flats oder um Lights handelt, die vorverarbeitet werden sollen. Aufgrund der Berücksichtigung der Bayer-Matrix ist das RGB-Ergebnis Ihres RAW-Bildes immer ein interpoliertes Bild. Die Vorverarbeitung interpolierter Daten führt daher zu falschen Ergebnissen. Die Konvertierung von RAW-Dateien eines OSC-Sensors führt zu monochromen FITS-Bildern mit **Color Filter Array** (CFA). Im Gegensatz zu RGB-Bildern stellen CFA-Bilder die gesamten Sensordaten mit dem Bayer-Muster dar. Das folgende Bild zeigt einen Ausschnitt aus einem CFA-Bild. Beachten Sie, dass das Bayer-Muster (in diesem Beispiel RGGB) sichtbar ist.

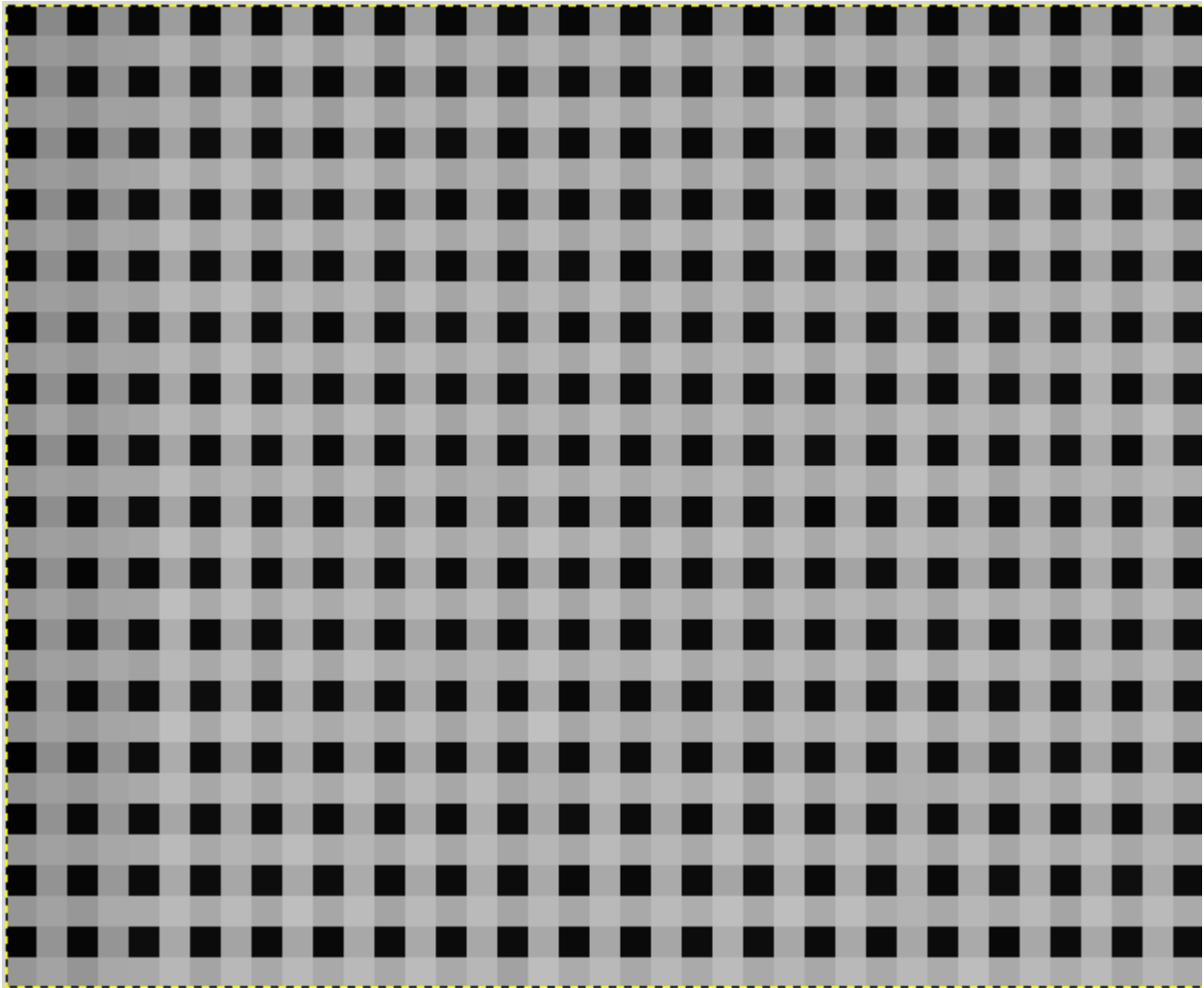


Abb. 4: Bayer-Muster auf einem CFA-Bild (Color Filter Array).

Die Schaltfläche *Umwandeln* schließlich ermöglicht, wie der Name schon sagt, die Konvertierung von Dateien zu starten.

Bemerkung: Die Rohbilder digitaler Spiegelreflexkameras hängen vom Hersteller ab und sind in der Regel herstellerabhängige, geschlossene Dateiformate. Daher ist die Dekodierung solcher Dateien eine komplexe Aufgabe, die von einem speziellen Code erledigt werden muss. Bei Siril wird die Aufgabe der Konvertierung von Rohdateien von **LibRaw** übernommen. Wenn ein Dateiformat, in der Regel ein neueres, nicht gelesen werden kann, müssen Sie auf der LibRaw-Website nachsehen, ob es unterstützt wird. Ist dies nicht der Fall, kann die Bereitstellung einer RAW-Datei dem Entwicklungsteam helfen, dies zu ändern. Es ist jedoch auch möglich, dass die in das Siril-Paket eingebettete

Version von LibRaw nicht die aktuellste Version ist. In diesem Fall müssen Sie entweder auf eine neue Version warten oder die Quellen direkt kompilieren.

8.1.1 Entsprechungsdatei

Nach jeder Konvertierung wird eine Datei mit der Endung `_conversion.txt` erstellt. Sie enthält die Entsprechung zwischen den Eingabebildern und den Bildern der bei der Konvertierung erhaltenen Sequenz.

Siril Kommandozeile

```
convert basename [-debayer] [-fitseq] [-ser] [-start=index] [-out=]
```

Konvertiert alle Bilder des aktuellen Arbeitsverzeichnisses, die in einem unterstützten Format vorliegen, in eine Siril-Sequenz von FITS-Bildern (mehrere Dateien) oder eine FITS-Sequenz (einzelle Datei), wenn **-fitseq** angegeben wird, oder eine SER-Sequenz (einzelle Datei), wenn **-ser** angegeben wird. Das Argument **basename** ist der Basisname der neuen Sequenz, Zahlen und die Erweiterung werden dahinter gesetzt.

Bei FITS-Bildern versucht Siril, einen symbolischen Link zu erstellen; ist dies nicht möglich, werden die Dateien kopiert. Die Option **-debayer** wendet Debayering auf CFA(Farb-)Eingabebilder an; in diesem Fall wird kein symbolischer Link erstellt.

-start=index setzt die Startindexnummer, nützlich um eine bestehende Sequenz fortzusetzen (wird nicht mit **-fitseq** oder **-ser** verwendet; stellen Sie sicher, dass Sie die Ziel-.seq entfernen oder löschen, falls sie in diesem Fall existiert). Die Option **-out=** ändert das Ausgabeverzeichnis zum angegebenen Argument.

Siehe auch CONVERTRAW und LINK

Verweise: [convertraw](#), [link](#)

Siril Kommandozeile

```
convertraw basename [-debayer] [-fitseq] [-ser] [-start=index] [-out=]
```

Identisch mit CONVERT, konvertiert jedoch nur DSLR-RAW-Dateien, die im aktuellen Arbeitsverzeichnis gefunden werden

Verweise: [convert](#)

8.2 Kalibrierung

Sobald eine Sequenz geladen ist, können die Bilder kalibriert, registriert und gestackt werden. Die Kalibrierung ist ein optionaler, aber wichtiger Schritt und umfasst Bias-, Dark- und Flatframes. Die Kalibrierung einer Sequenz in Siril kann nur mit Master-Bias-, Dark- und Flatframes erfolgen, die zunächst aus Sequenzen erstellt werden müssen.

8.2.1 Masterdateien

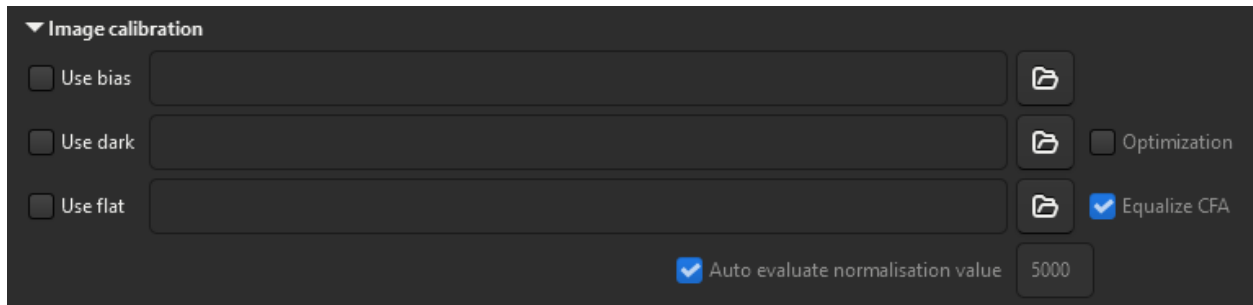


Abb. 5: Einstellungen für die Master in der Registerkarte Kalibrierung

Bias

Ich zitiere aus [A Glossary of CCD terminology](#), um zu erklären, was ein Bias-Bild ist:

Der Bias-Pegel eines CCD-Bildes ist ein künstlich erzeugter elektronischer Offset, der sicherstellt, dass der Analog-Digital-Wandler (ADC) immer ein positives Signal erhält. Alle CCD-Daten weisen einen solchen Offset auf, der entfernt werden muss, wenn die Datenwerte wirklich repräsentativ für die pro Pixel aufgezeichneten Zählungen sein sollen.

Um ein Master-Bias in Siril zu verwenden, klicken Sie auf die Schaltfläche rechts neben dem Texteintrag und durchsuchen Sie Ihre Verzeichnisse, um das richtige Master auszuwählen. Sie können auch Master-Biasse aus einer Bibliothek verwenden, die in [Einstellungen](#) definiert ist.

Tipp: Das Bias-Bild muss bei verdunkeltem Kamerasensor und der kürzesten möglichen Belichtungszeit aufgenommen werden. Meist entspricht dies einer Belichtung von 1/4000s oder 1/8000s bei modernen DSLRs.

Synthetischer Bias

Da das Offset-Signal bei modernen Sensoren sehr gleichmäßig ist, empfehlen wir, es als Bild mit konstantem Offset zu verarbeiten. Dies hat den Vorteil, dass es Speicherplatz spart und das Rauschen im endgültigen Bild minimiert. Zu diesem Zweck verfügt Siril über eine Funktion, mit der dies sehr einfach zu bewerkstelligen ist.

Während der Kalibrierung Ihrer Flats können Sie, anstatt ein Masterbias anzugeben, direkt Ausdrücke in das Verzeichnisfeld eingeben, wie z. B.:

=2048

oder, wenn der FITS-Header das Schlüsselwort OFFSET enthält,

=64*\$OFFSET

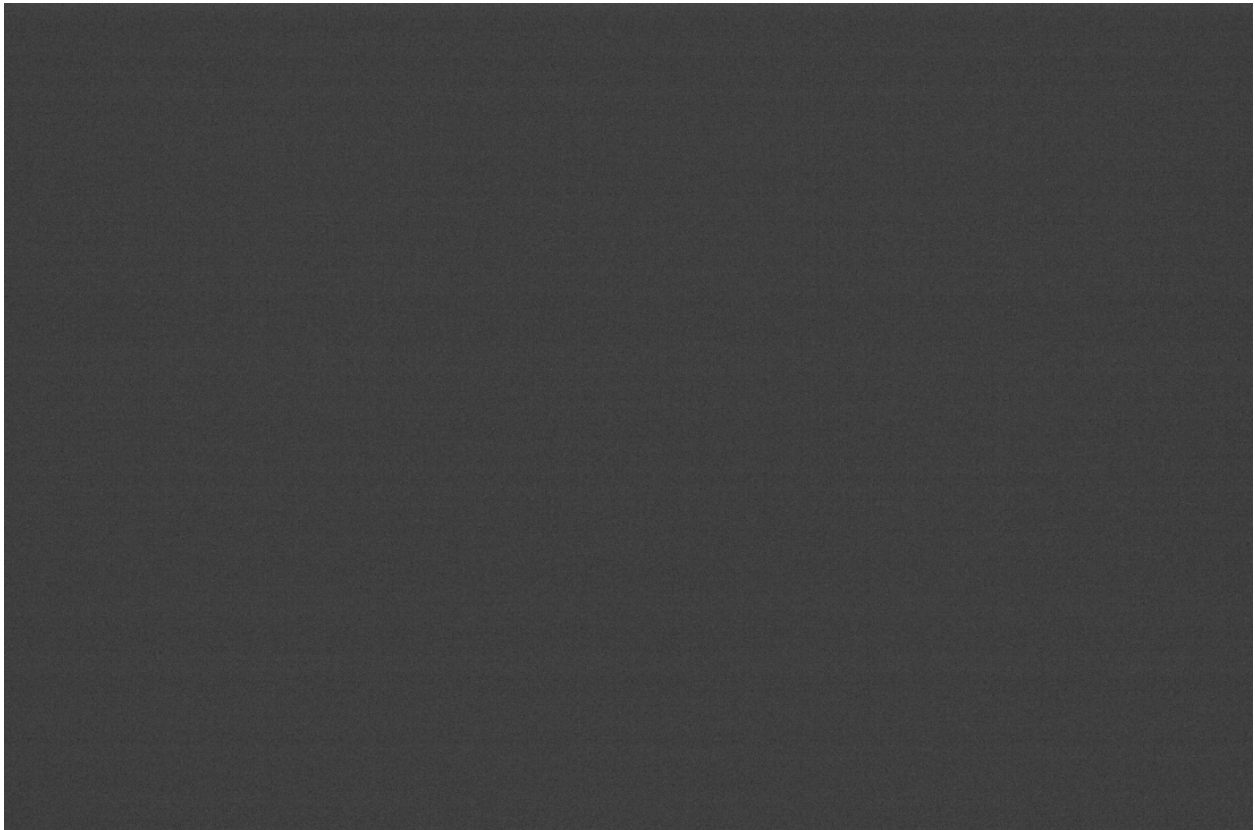


Abb. 6: Beispiel für ein Bias-Bild, das mit einer Canon EOS 1100D aufgenommen wurde. Lassen Sie sich nicht durch das leicht sichtbare Bias-Signal täuschen. Das Bild wurde automatisch gestreckt und die Unterschiede in den Signalamplituden sind stark übertrieben.

Die Zeichen = und \$ sind obligatorisch. Der Wert muss in ADU angegeben werden (nicht als Float, auch wenn Sie in 32-Bit arbeiten).

Übersetzt in die Skriptsprache wird dies so geschrieben:

```
preprocess flat -bias="=64*$OFFSET"
```

Der Wert 2048 ist hier ein Beispiel für Kameras, deren Master-Bias einen Medianwert von 2048 haben würde. Im Allgemeinen ist der Wert für DSLRs proportional zu einer Wurzel aus 2. In unserem Beispiel ist $2048 = 2^{11}$.

Weitere Einzelheiten finden Sie im Tutorial [Synthetische Biasse](#) (englisch).

Darks

Darkframes enthalten das mit dem Sensor verbundene thermische Rauschen, das proportional zur Temperatur und zur Belichtungszeit ist. Daher sollten sie bei ungefähr der gleichen Temperatur wie die Lightframes gemacht werden. Dies ist der Grund, warum wir Darkframes am Ende oder in der Mitte der Aufnahmesitzung machen.

Um ein Masterdark in Siril zu verwenden, klicken Sie auf die Schaltfläche rechts neben dem Texteintrag und durchsuchen Sie Ihre Verzeichnisse, um das richtige Master auszuwählen. Sie können sogar Master-Darks aus einer Bibliothek verwenden, die in den [Einstellungen](#) definiert ist.

Tipp: Darkframes werden mit der gleichen Belichtungszeit und ISO/Gain-Einstellung wie die Lightframes des Motivs aufgenommen, aber mit verschlossenem Objektiv/Teleskop.

Dark-Optimierung

Mit der Option *Optimierung* kann die Darkframe-Subtraktion so optimiert werden, dass das Rauschen des resultierenden Bildes (Lightframe minus Darkframe) durch Anwendung eines Koeffizienten auf das Darkframe minimiert wird. Diese Option ist nützlich, wenn die Darkframes nicht unter optimalen Bedingungen aufgenommen wurden.

Hier ist ein Beispiel für eine Situation, in der die Verwendung dieser Option erforderlich ist. Die Bilder wurden mit einer **FLI ProLine 4240 Kamera** aufgenommen. Das verwendete Master-Dark stammt aus einer Bibliothek und wurde mit einer Belichtung von 600s erstellt. Die einzelnen Subs hingegen haben eine Belichtungszeit von 60 Sekunden. Der Master-Dark hat eine sehr ausgeprägte und eher unansehnliche Signalsignatur: Das Vorhandensein von 4 Vorverstärkern in der Kamera ist die Ursache für ein solches Signal. Dieser Defekt ist offensichtlich auch im Galaxienbild vorhanden, und die Kalibrierung mit den Darks muss sorgfältig durchgeführt werden, um ein Bild zu erhalten, das frei von allen Defekten ist.

Wenn wir in diesem Fall jedoch den üblichen Arbeitsablauf verwenden, wird das Kalibrierungsergebnis sehr schlecht ausfallen. Dies liegt daran, dass das Master-Dark nicht unter den gleichen Belichtungsbedingungen aufgenommen wurde.

Die Lösung besteht daher darin, den Bias vom Dark zu subtrahieren, dann die Bias-Subtraktion mit denen der Bilder zu integrieren und das Kontrollkästchen für die Darkoptimierung zu aktivieren. Siril berechnet automatisch einen Koeffizienten, der auf die Darks angewendet wird. Hier wird **0,110** berechnet, was sehr kohärent ist, da es dem 10-fachen Unterschied zwischen Darks und Lights entspricht ($60/600 = 0,1$).

```
10:34:58: Preprocessing...
10:34:58: Normalisation value auto evaluated: 0.313
10:34:58: 13230 corrected pixels (0 + 13230)
10:34:59: Dark optimization of image 0: k0=0.110
10:34:59: Saving FITS: file pp_M51SDSSr_000002.fit, 1 layer(s), 2048x2048 pixels, 32 bits
```

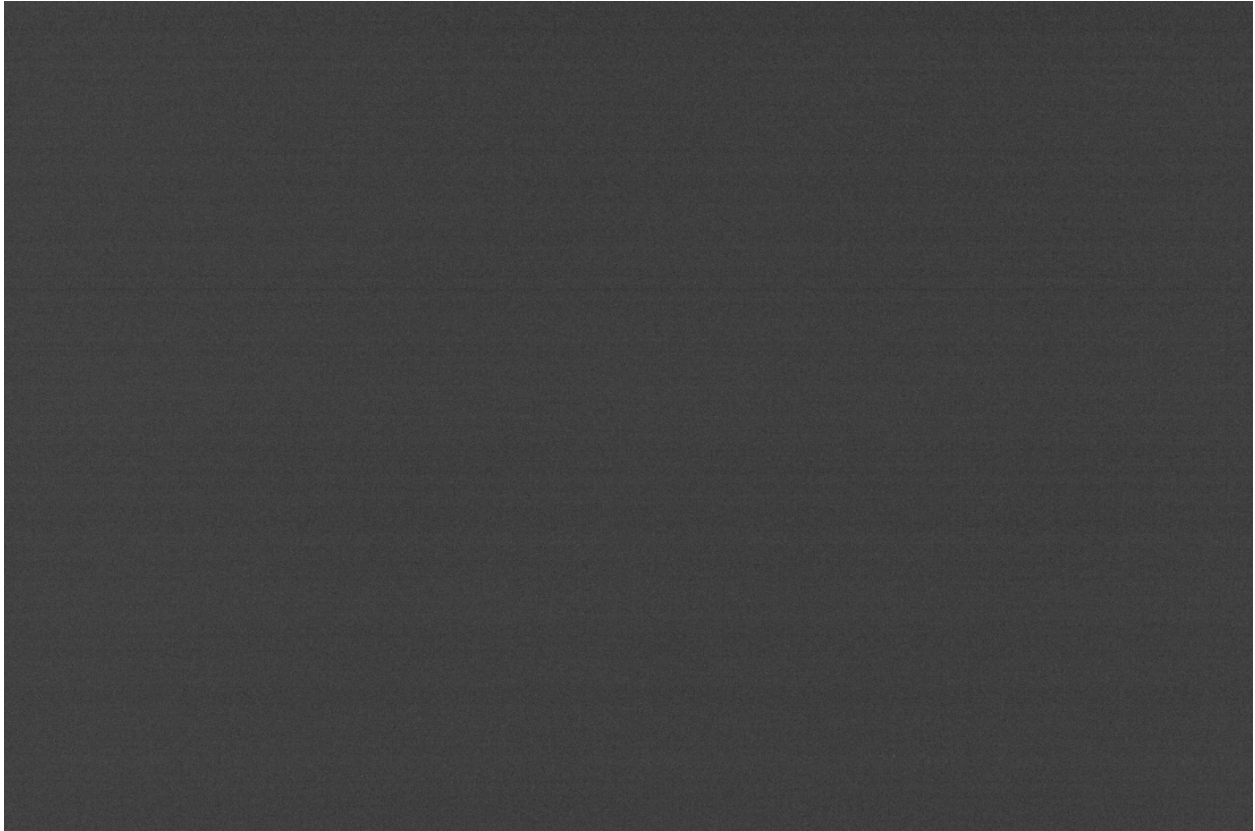


Abb. 7: Beispiel für ein Darkframe, aufgenommen mit einer Canon EOS 1100D mit einer Belichtungszeit von 300s und ISO 800.

Abb. 8: Eine Animation, die die Beseitigung des thermischen Signals dank der Darkframe-Subtraktion zeigt.

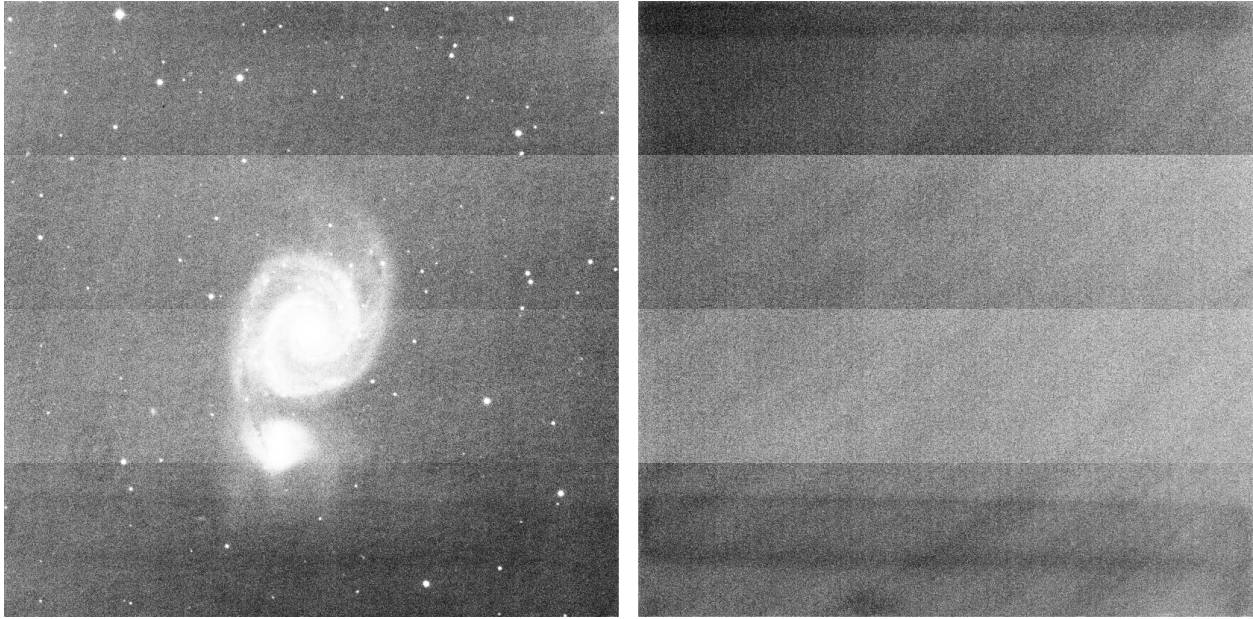


Abb. 9: Dies ist ein Light und das Master-Dark der **FLI ProLine 4240 Kamera**. Sie können 4 sehr charakteristische Bänder sehen, die durch die Vorverstärker verursacht werden, die sowohl bei den Lights als auch beim Master-Dark sichtbar sind. Die Bilder werden im Stretchmodus "Histogramm" angezeigt, um eventuelle Mängel hervorzuheben.

Flats

Teleskope leuchten den Sensor im Allgemeinen nicht völlig gleichmäßig aus. Außerdem verursacht Staub auf den optischen Oberflächen und dem Sensor dunklere Muster im aufgenommenen Bild, und der Sensor selbst reagiert unterschiedlich auf die Anzahl der Photonen, die auf verschiedene Pixel auftreffen. Um diese Effekte zu korrigieren, muss jedes Lightframe durch das Masterflat geteilt werden, das der Median der Einzelbelichtungen eines homogenen und ungesättigten Bildausschnitts sein sollte.

Um ein Masterflat in Siril zu verwenden, klicken Sie auf die Schaltfläche rechts neben dem Texteintrag und durchsuchen Sie Ihre Dateien, um das richtige Master auszuwählen. Sie können sogar Masterflats aus einer Bibliothek verwenden, die in den *Einstellungen* definiert ist.

CFA-Ausgleich

Die Option *CFA ausgleichen* gleicht die mittlere Intensität der RGB-Ebenen in einem CFA-Flatframe aus. Dies entspricht der Anwendung des Befehls *grey_flat*.

Siril Kommandozeile

```
grey_flat
```

Gleicht die mittlere Intensität der RGB-Ebenen im geladenen CFA-Bild aus. Dies ist derselbe Vorgang, der bei der Kalibrierung bei Flats angewendet wird, wenn die Option „CFA ausgleichen“ verwendet wird

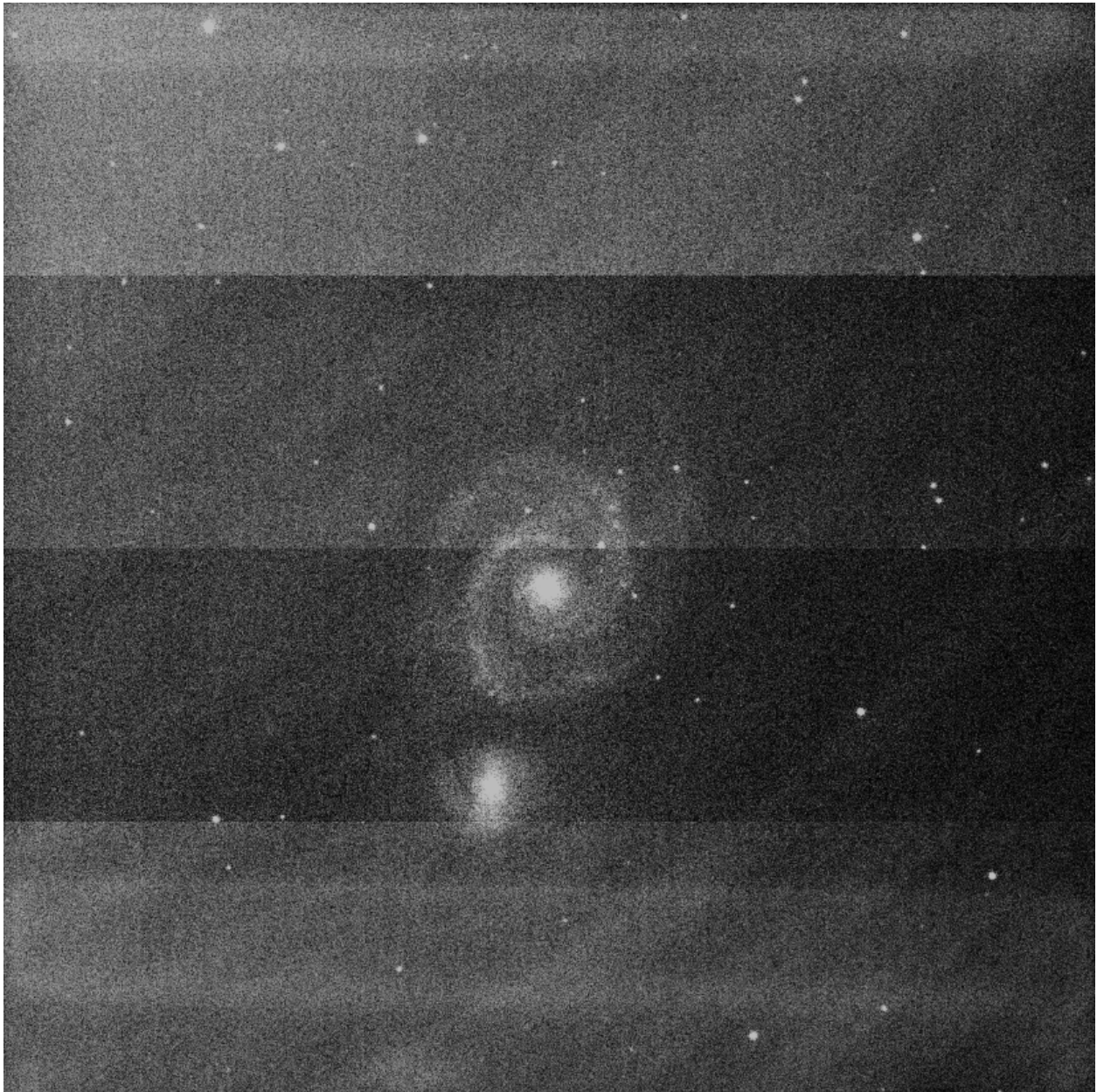


Abb. 10: Beim klassischen Workflow ist die Kalibrierung schlecht und Fehler werden nicht behoben. Das Bild wird Stretch-Modus "Histogramm" angezeigt, um eventuelle Mängel hervorzuheben.

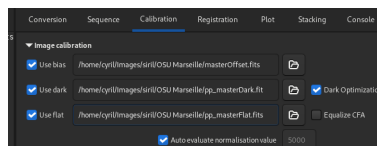


Abb. 11: Die Registerkarte „Kalibrierung“ sollte in einem solchen Fall ausgefüllt werden. Master-Flat und Master-Darks wurden durch Bias-Frames kalibriert.



Abb. 12: Dank der Darkoptimierung ist die Kalibrierung korrekt. Der einzige sichtbare Rückstand ist etwas CCD-Fringing (Ausfransungen) im nahen IR-Bereich, das durch die Kalibrierung nicht entfernt werden kann. Das Bild wird im Stretchmodus "Histogramm" angezeigt, um eventuelle Mängel hervorzuheben.

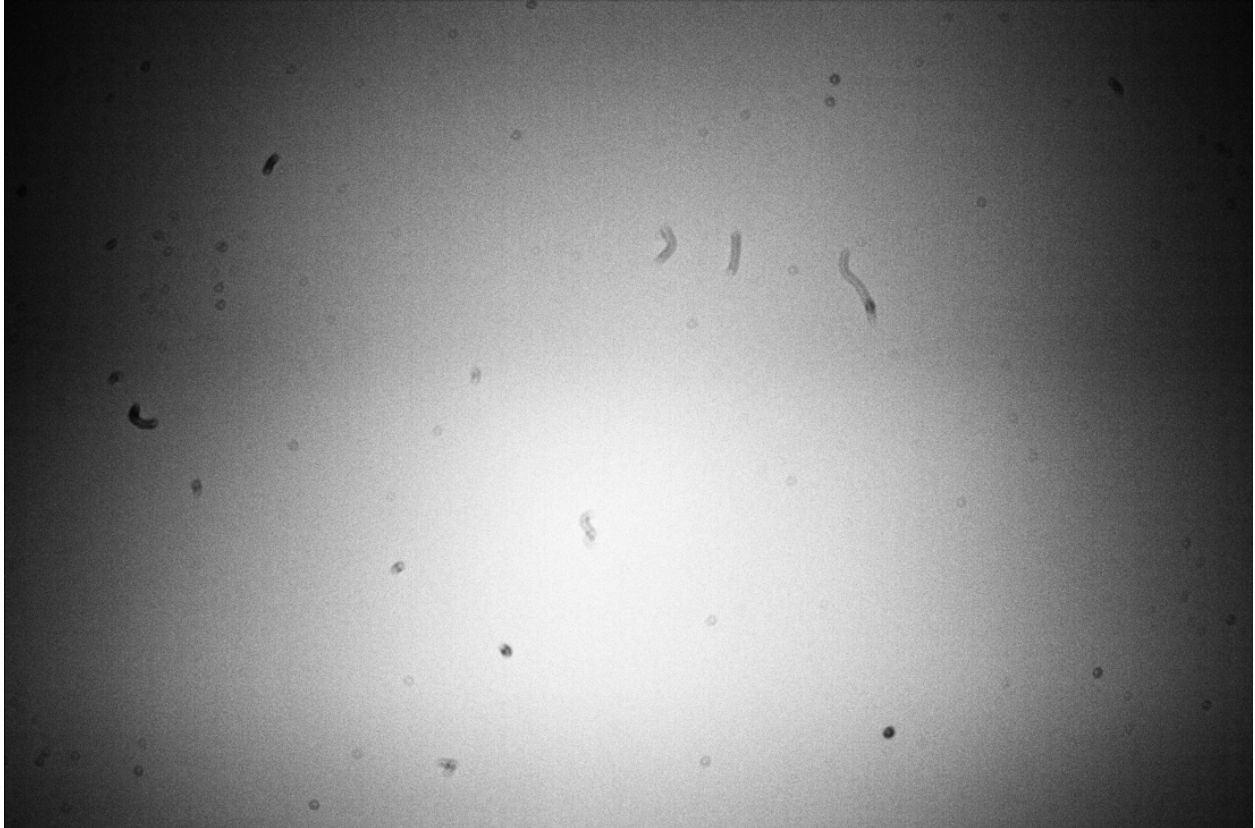


Abb. 13: Beispiel für ein Flatframe, das mit einer Canon EOS 1100D aufgenommen wurde. Der Staub, der sich auf dem optischen Pfad und insbesondere auf dem Sensor befindet, ist deutlich sichtbar. Die Vignettierung (Verdunkelung der Bildecken) ist ebenfalls deutlich sichtbar. Die Defekte werden durch den Anzeigemodus noch verstärkt. Außerdem wurde der Befehl *grey_flat* auf dieses Bild angewendet, um das Bayer-Muster zu beseitigen.

Automatische Ermittlung des Normalisierungswertes

Wenn die Option *Ermittle den Normalisierungswert automatisch* aktiviert ist, wird Siril den Normalisierungswert automatisch ermitteln. Dieser Wert ist der Mittelwert des mit dem Masterbias kalibrierten Masterflats. Andernfalls wird der im Textfeld angegebene Wert berücksichtigt.

8.2.2 Kalibrierung der Lightframes

Die Kalibrierung der Lights besteht darin, Masterbias, -Dark und -Flat auf die astronomischen Bilder anzuwenden, um das unerwünschte Signal zu entfernen.

Warnung: Durch die Kalibrierung wird das Bildrauschen in keinem Fall verringert. Im Gegenteil, es vergrößert sich. Deshalb ist es wichtig, so viele Kalibrierungsbilder wie möglich aufzunehmen, z. B. Darks, um das Rauschen in den Masters zu minimieren.

X-Trans-AF-Artefakte beheben

Die Option *X-Trans AF Artefakt korrigieren* hilft, die Fujifilm X-Trans Autofokus-Pixel zu korrigieren. Aufgrund des Phasendetektions-Autofokussystems erhalten die für den Autofokus verwendeten Fotozellen etwas weniger Licht als die umliegenden Fotozellen. Die Kamera gleicht dies aus und erhöht die Werte dieser speziellen Fotozellen, was zu einem sichtbaren Quadrat in der Mitte der Darks/Biasse führt. Diese Option hat keine Auswirkung auf das Bayer-Muster. Die Option ist nur aktiviert, wenn ein Master-Bias oder Master-Dark geladen und verwendet wird.

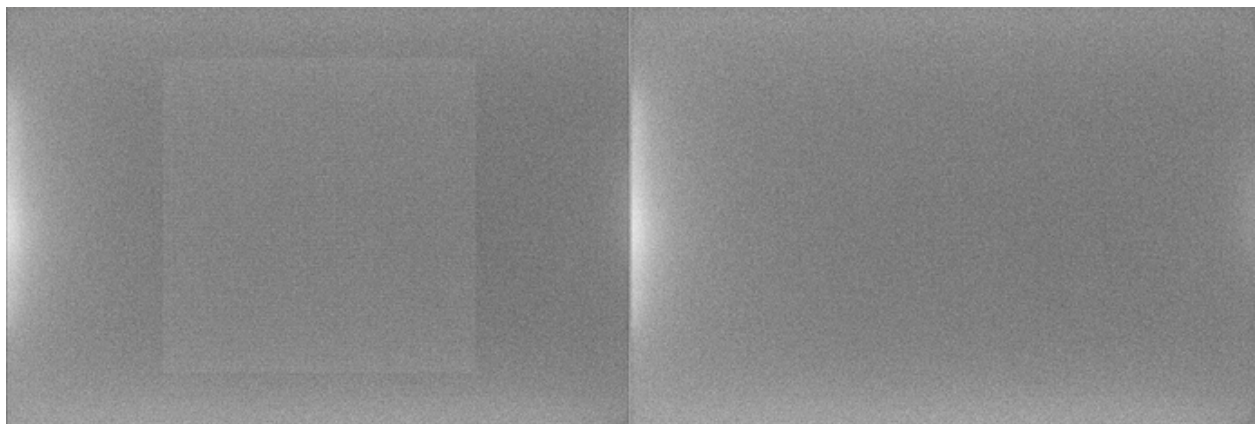


Abb. 14: Behebung des X-Trans-Artefakts durch den Algorithmus von Siril

Kosmetische Korrektur

Die kosmetische Korrektur ist eine Technik, mit der fehlerhafte Pixel in Bildern korrigiert werden. Jeder Kamerasensor hat nämlich Sensorzellen, die nicht korrekt auf das Eintreffen von Photonen reagieren. Dies wird im Bild durch Pixel sichtbar, deren Werte sich stark von denen ihrer nächsten Nachbarn unterscheiden. Diese Pixel werden **Hotpixel** (Heiße Pixel) genannt, wenn der Wert viel höher ist, oder **Coldpixel** (Kalte Pixel), wenn er viel niedriger ist. Siril bietet zwei Algorithmen zur Korrektur dieser fehlerhaften Pixel, wenn die Option *Aktiviere Kosmische Korrektur* aktiviert ist.

Masterdark verwenden

Diese Methode erfordert das Vorhandensein eines Master-Darks. Siril sucht nach Pixeln, deren Abweichung vom Median das x -fache der Standardabweichung σ übersteigt. Dieser Wert ist sowohl für Hot- als auch für Coldpixel einstellbar.

Es ist möglich, die Anzahl der Pixel zu schätzen, die im kalibrierten Bild korrigiert werden, indem Sie auf die Schaltfläche *Abschätzen* drücken. Wenn der Wert der korrigierten Pixel in rot angezeigt wird, bedeutet dies, dass diese Zahl 1 % der Gesamtzahl der Pixel im Bild übersteigt. In diesem Fall sollten Sie den Wert des Koeffizienten erhöhen oder die entsprechende Korrektur abwählen. Wenn die Bilder von einem Farbsensor stammen, ist es notwendig, die Option *CFA ausgleichen* zu aktivieren.

Eine Defekte Pixel Karte verwenden

Die andere Methode verwendet eine Datei, die die Koordinaten der defekten Pixel enthält. Diese Datei ist eine einfache Textdatei und kann zunächst mit dem Befehl `find_hot` erstellt werden. Die letzte Zeile wurde von Hand hinzugefügt und korrigiert eine beschädigte Spalte an Position $x = 1527$.

```
P 325 2855 H
P 825 2855 C
P 838 2855 H
P 2110 2855 H
P 2702 2855 H
P 424 2854 H
C 1527 0 H
```

Siril Kommandozeile

```
find_hot filename cold_sigma hot_sigma
```

Speichert eine Listendatei **filename** (Textformat) im Arbeitsverzeichnis, die die Koordinaten der Pixel enthält, die

eine Intensität **hot_sigma** mal höher und **cold_sigma** mal niedriger als die vom geladenen Bild extrahierte Standardabweichung haben. Wir benutzen diesen Befehl generell bei einer Master-Dark-Datei. Der Befehl COSME kann diese Liste fehlerhafter Pixel auf ein geladenes Bild anwenden, siehe auch SEQCOSME, um sie auf eine Sequenz anzuwenden

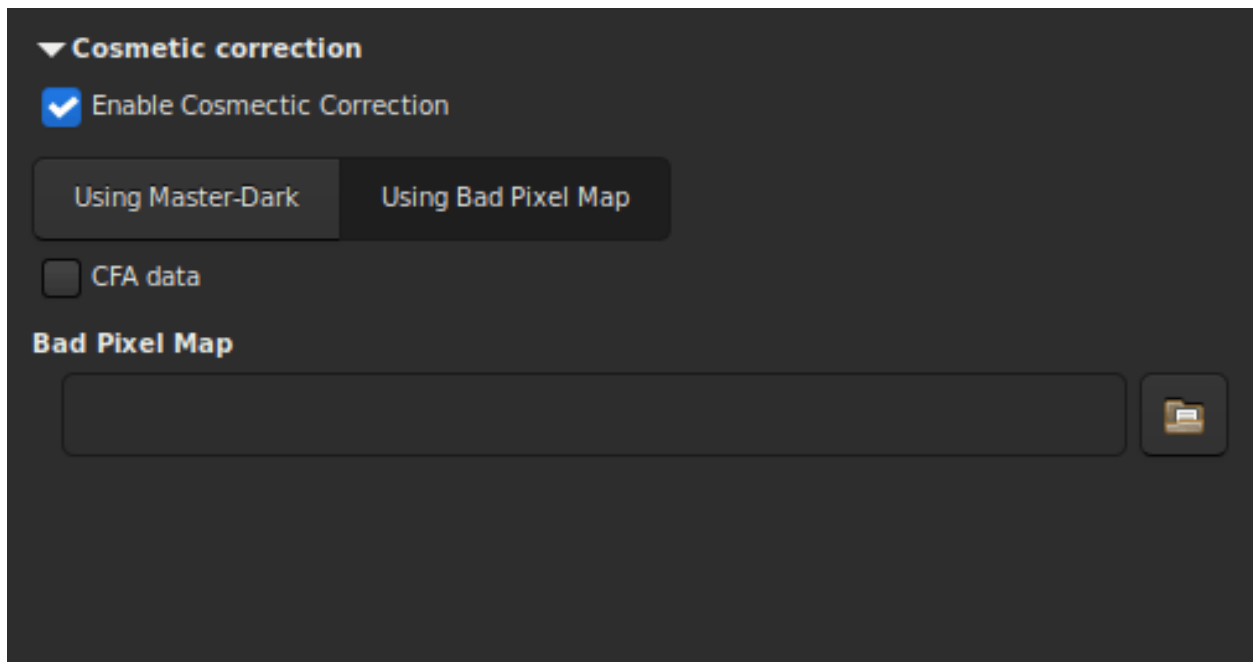
Verweise: [cosme](#), [seqcosme](#)

Die Zeile `P x y type` korrigiert das Pixel an den Koordinaten (x, y) `type` ist ein optionales Zeichen (C oder H), das Siril angibt, ob das aktuelle Pixel kalt oder heiß ist. Diese Zeile wird durch den Befehl FIND_HOT erzeugt, aber Sie können auch manuell Zeilen hinzufügen:

Die Zeile `C x 0 type` behebt die fehlerhafte Spalte an den Koordinaten x.

Die Zeile `L y 0 type` behebt die fehlerhafte Linie an den Koordinaten y.

Diese Datei, die von Hand bearbeitet werden kann, ist als *Defekte Pixel* (Bad Pixel Map) zu laden.

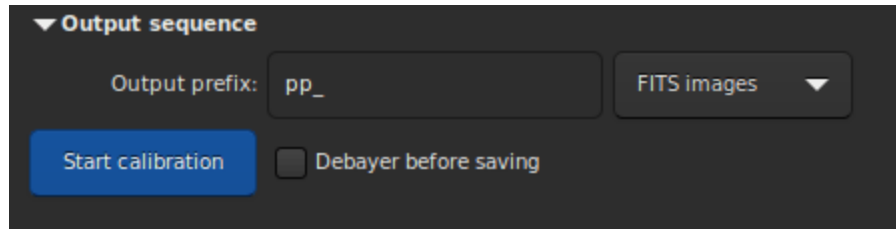


Wenn die Bilder von einem Farbsensor stammen, ist es notwendig, die Option *CFA ausgleichen* zu aktivieren.

Ausgabesequenz

In diesem Abschnitt sind die Optionen zusammengefasst, die auf die Ausgabe angewendet werden können.

- Das Eingabefeld *Ausgabeprefix* fügt den Ausgabebildern ein Präfix hinzu, um sie leichter identifizieren zu können. Standardmäßig lautet das Präfix `pp_`, was pre-processed (vorverarbeitet) bedeutet.
- In der Dropdown-Liste wird der Typ der Zielsequenz festgelegt.
 - FITS-Bilder: eine FITS-Datei pro Bild.
 - SER-Sequenz: eine SER-Datei für die gesamte Sequenz (begrenzt auf 16 Bit pro Kanal).



- FITS Sequenz: eine FITS-Datei für die gesamte Sequenz.
- Letzte Option, *Vor dem Speichern die Bilder Debayern*. Aktivieren Sie diese Option, wenn Sie direkt nach der Kalibrierung einen Demosaicing-Algorithmus auf Ihre Bilder anwenden möchten. Auf diese Weise überspringen Sie einen manuellen Schritt, der einige Zeit in Anspruch nehmen kann.

Kommandozeilen

Siril Kommandozeile

```
preprocess sequencename [-bias=filename] [-dark=filename] [-flat=filename] [-cc=dark_
↪[siglo sighi] || -cc=bpm bpmfile] [-cfa] [-debayer] [-fix_xtrans] [-equalize_cfa] [-
↪opt] [-all] [-prefix=] [-fitseq]
```

Kalibrierung der Sequenz **Sequenzname** unter Verwendung der im Argument angegebenen bias-, dark- und flat-Dateien.

Für Bias kann anstelle eines Bildes ein einheitlicher Wert angegeben werden, indem ein mit einem =-Zeichen beginnender Anführungszeichenausdruck eingegeben wird, z. B. `-bias=="256"` oder `-bias=="64*$OFFSET"` (synthetischer Bias).

Standardmäßig ist die kosmetische Korrektur nicht aktiviert. Wenn Sie eine solche Korrektur wünschen, müssen Sie sie mit der Option **-cc=** angeben.

Sie können **-cc=dark** verwenden, um Hot- und Coldpixel aus dem Masterdark zu erkennen (ein Masterdark muss mit der Option **-dark=** angegeben werden), optional gefolgt von **siglo** und **sighi** für Cold- bzw. Hotpixel. Ein Wert von 0 deaktiviert die Korrektur. Wenn keine Sigmawerte angegeben werden, wird nur die Erkennung von Hotpixeln mit einem sigma von 3 angewendet.

Alternativ können Sie **-cc=bpm** gefolgt von dem Pfad zu Ihrer Bad Pixel Map verwenden, um anzugeben, welche Pixel korrigiert werden müssen. Eine Beispieldatei kann mit einem `find_hot`-Befehl auf einem Masterdark erhalten werden.

Drei Optionen gelten für Farbbilder (im CFA-Format): **-cfa** für kosmetische Korrekturen, **-debayer**, um Bilder vor dem Speichern zu entmosaikisieren, und **-equalize_cfa**, um die mittlere Intensität der RGB-Ebenen des Master-Flats auszugleichen, um eine Färbung des kalibrierten Bildes zu vermeiden.

Die Option **-fix_xtrans** widmet sich X-Trans-Dateien, indem sie eine Korrektur auf Dark- und Biasframes anwendet, um ein rechteckiges Muster zu entfernen welches durch den Autofokus verursacht wird.

Es ist auch möglich, die Anwendung der Darks mit **-opt** zu optimieren, was es erfordert Beide - Bias und Dark-Master - bereitzustellen.

Standardmäßig werden die als ausgeschlossen markierten Bilder nicht verarbeitet. Das Argument **-all** kann verwendet werden, um die Verarbeitung aller Bilder zu erzwingen, auch wenn sie als ausgeschlossen markiert sind.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "pp_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde.

Wenn **-fitseq** angegeben wird, ist die Ausgabesequenz eine FITS-Sequenz (einzelne Datei)

Siril Kommandozeile

```
preprocess_single imagename [-bias=filename] [-dark=filename] [-flat=filename] [-cfa] [-
→debayer] [-fix_xtrans] [-equalize_cfa] [-opt] [-prefix=]
```

Kalibriert das Bild **imagename** unter Verwendung der im Argument angegebenen Bias-, Dark- und Flat-Dateien.

Für Bias kann anstelle eines Bildes ein einheitlicher Wert angegeben werden, indem ein mit einem =-Zeichen beginnender Anführungszeichenausdruck eingegeben wird, z. B. `-bias="=256"` oder `-bias="=64*$OFFSET"` (synthetischer Bias).

Standardmäßig ist die kosmetische Korrektur nicht aktiviert. Wenn Sie eine solche Korrektur wünschen, müssen Sie sie mit der Option **-cc=** angeben.

Sie können **-cc=dark** verwenden, um Hot- und Coldpixel aus dem Masterdark zu erkennen (ein Masterdark muss mit der Option **-dark=** angegeben werden), optional gefolgt von **siglo** und **sighi** für Cold- bzw. Hotpixel. Ein Wert von 0 deaktiviert die Korrektur. Wenn keine Sigmawerte angegeben werden, wird nur die Erkennung von Hotpixeln mit einem sigma von 3 angewendet.

Alternativ können Sie **-cc=bpm** gefolgt von dem Pfad zu Ihrer Bad Pixel Map verwenden, um anzugeben, welche Pixel korrigiert werden müssen. Eine Beispieldatei kann mit einem `find_hot`-Befehl auf einem Masterdark erhalten werden.

Drei Optionen gelten für Farbbilder (im CFA-Format): **-cfa** für kosmetische Korrekturen, **-debayer**, um Bilder vor dem Speichern zu entmosaikisieren, und **-equalize_cfa**, um die mittlere Intensität der RGB-Ebenen des Master-Flats auszugleichen, um eine Färbung des kalibrierten Bildes zu vermeiden.

Die Option **-fix_xtrans** widmet sich X-Trans-Dateien, indem sie eine Korrektur auf Dark- und Biasframes anwendet, um ein rechteckiges Muster zu entfernen welches durch den Autofokus verursacht wird.

Es ist auch möglich, die Anwendung der Darks mit **-opt** zu optimieren, was es erfordert Beide - Bias und Dark-Master - bereitzustellen.

Der Ausgabedateiname beginnt mit dem Präfix "pp_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde

8.2.3 Verstehen, wie die Flats die Lights korrigieren

In diesem Abschnitt geht es darum, einen Einblick zu geben welche Rolle die verschiedenen Komponenten bei der Korrektur der Lights durch die Flats spielen.

Wir lassen hier alle Überlegungen zum Rauschen außer Acht (auch hier verschwindet das Rauschen nicht durch Subtraktion oder Division, sondern durch Mittelwertbildung über viele Realisierungen desselben Zufallsprozesses). Wir lassen auch besondere räumliche Muster wie Ampglow oder Staub außer Acht.

Wenn wir versuchen, die Intensität der Hintergrundpixel in den verschiedenen Frames, die wir haben, zu quantifizieren, können wir die folgenden Ausdrücke schreiben:

$$L = a - b \times \left(x - \frac{W}{2}\right)^2 + d_{\text{rate}} \times t_{\text{lights}} + o \quad (8.1)$$

$$D = d_{\text{rate}} \times t_{\text{lights}} \quad (8.2)$$

$$F = K \left(a - b \times \left(x - \frac{W}{2}\right)^2 \right) \quad (8.3)$$

$$O \quad (8.4)$$

wobei, L für Lights, D für Darks, F für Flats und O für Bias steht.

Für die Lights ist L der erste Teil eine räumliche Beleuchtungskomponente, d.h., $a - b(x - \frac{W}{2})^2$. Wir haben hier eine quadratische Variation mit einem Maximalwert a in der Mitte des Frames der Breite W gewählt, also etwa in der Mitte des Sensors. Dies ist nicht die exakte räumliche Form der Vignettierung, aber es ist eine ausreichend gute Annäherung, um zu verstehen, wie sie funktioniert. Zusätzlich zu diesem räumlichen Beleuchtungsterm gibt es einen Term, der mit der Belichtungszeit variiert und gewöhnlich als Dunkelstrom bezeichnet wird ($d_{\text{rate}} \times t_{\text{lights}}$), der aber nicht von der Position des Pixels auf dem Sensor abhängt. Und schließlich gibt es einen Sockelwert, d.h. den Offset. Dieser Versatz ist in jedem aufgenommenen Bild vorhanden, so dass wir ihn in allen Ausdrücken finden.

Die Darks D werden nicht belichtet, sie tragen nur den Dunkelstromterm, mit der gleichen Intensität wie die Lichter, da sie mit der gleichen Belichtungszeit aufgenommen werden sowie dem gleichen Offset.

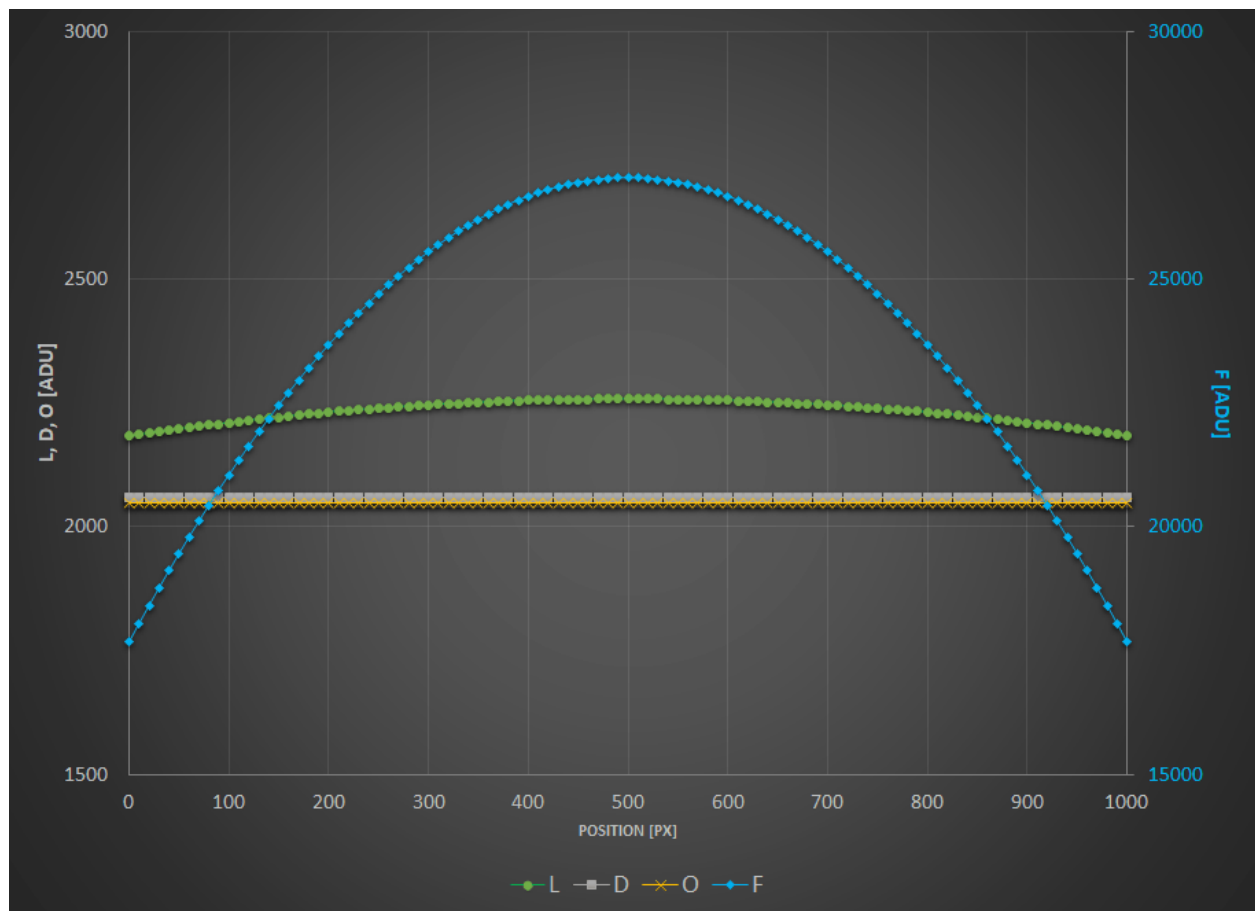
Die Flats F haben auch einen räumlichen Term, der proportional zu dem Term der Lights ist. Der Faktor K , der größer als 1 ist, zeigt einfach, dass ihre Intensität größer ist. Um dies zu schreiben, müssen wir nur annehmen, dass die Pixel linear auf die Anzahl der Photonen reagieren, die sie sammeln, was sinnvoll ist. Wir hätten auch einen Dunkelstromterm schreiben können, der proportional zur Belichtungszeit der Flats ist. Aber wenn diese Zeit nicht signifikant ist, können wir davon ausgehen, dass sie vernachlässigbar ist. Wenn das nicht der Fall ist, bedeutet das, dass man Darkflats aufnehmen oder zumindest deren Höhe abschätzen muss.

Und schließlich messen die Offsets O nur den Offset-Pegel.

Zur Veranschaulichung dieser Komponenten haben wir diese Ausdrücke als Kurven in Bezug auf die Position auf ein Frame gezeichnet, und wir ermutigen Sie, dasselbe zu tun und mit den Eingaben zu spielen.

- $a = 200[\text{ADU}]$
- $b = 0.0003[\text{ADU}/\text{px}^2]$
- $d_{\text{rate}} = 1[\text{ADU}/\text{s}]$
- $t_{\text{lights}} = 10[\text{s}]$
- $o = 2048[\text{ADU}]$
- $W = 1000[\text{px}]$

Die Werte L , D und O in ADU werden auf der linken Skala angegeben, während F auf der rechten Skala angegeben wird.



Was bedeutet es nun, die Lights zu kalibrieren? Wenn Sie Ihre Lights kalibrieren, führen Sie den folgenden Vorgang durch:

$$L_c = \frac{L - D}{F - O}.$$

Der Begriff $F - O$ ist ein Flat, von dem Sie die Offset-Ebene abgezogen haben (unabhängig davon, ob es sich um eine Masterbias oder einfach einen festen Wert handelt). Dies ist der Vorgang, der vor dem Stapeln des Masterflats durchgeführt wird. Und der Ausdruck $L - D$ steht für ein Light, von dem Sie den Dunkelstrompegel und den Offset subtrahiert haben, d.h. ein Masterdark. Ersetzt man die oben gezeigten Ausdrücke, erhält man folgendes Ergebnis:

$$L_c = \frac{1}{K}.$$

Es bleibt kein räumlicher Variationsterm übrig, Sie haben Ihre bereits mit Flats korrigiert! Siril ermittelt einen sinnvollen Wert in ADU (und nicht $1/K$), wenn Sie *Ermittle den Normalisierungswert automatisch* in der Registerkarte *Kalibrierung* aktivieren.

Und Sie können es mit jeder anderen Kombination versuchen, keine andere wird die räumlichen Abweichungen beseitigen.

Zur Veranschaulichung haben wir unten die Ergebnisse verschiedener Kombinationen aufgetragen. Um alles auf die gleiche Skalierung zu bringen, sind alle Ergebnisse auf die gleiche Intensität von 1 in der Mitte des Bildes normalisiert. Die folgenden Tests werden dargestellt:

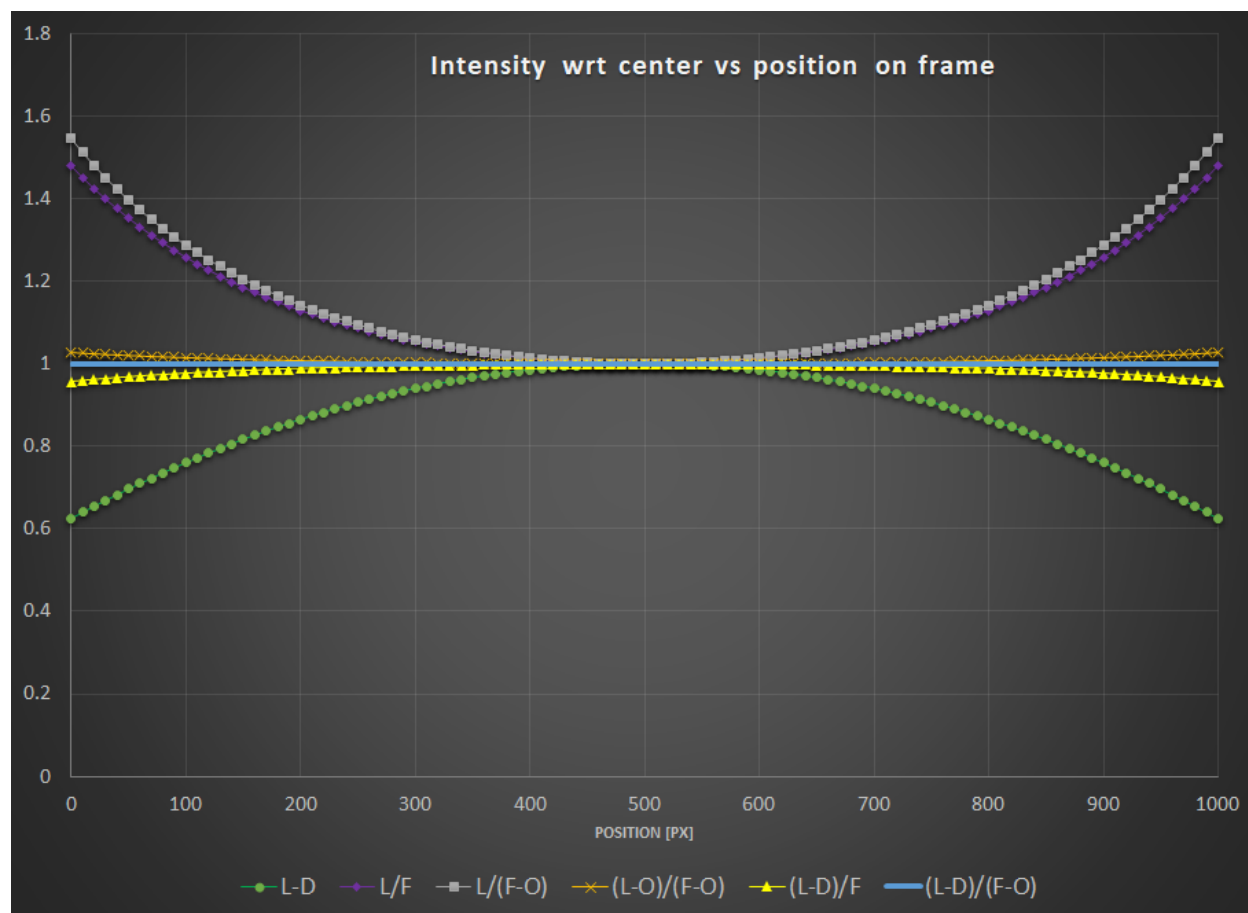
- $L - D$: Sie haben nur Darks aufgenommen.
- L/F : Sie haben nur Flats erstellt.
- $L/(F - O)$: Sie haben Flats aufgenommen und diese durch einen Offset (entweder ein Masterbias oder einen synthetischen Bias) korrigiert.
- $(L - O)/(F - O)$: Sie haben nur Flats um den Offset korrigiert. Aber Sie haben auch den Offset von Ihren Lights abgezogen.
- $(L - D)/F$: Sie haben Flats und Darks aufgenommen, aber keinen Offset/Bias.
- $(L - D)/(F - O)$: Sie haben Alles lehrbuchmäßig durchgeführt.

Interessanterweise können Sie feststellen:

- $L - D$ zeigt offensichtlich keine Korrektur der Vignettierung.
- Aber sowohl L/F als auch $L/(F - O)$ zeigen eine Überkorrektur oder umgekehrte Vignettierung.
- Um dem optimalen Ergebnis sehr nahe zu kommen, zeigen $(L - D)/F$ und $(L - O)/(F - O)$ ein nahezu flaches Feld. Dies hängt natürlich davon ab, wie viel Dunkelstrom Ihr Sensor hat und wie viel Vignettierung Ihr Optical Train (Zusammenstellung aller Komponenten vor der Kamera) aufweist.
- Die Referenzkalibrierung ergibt ein flaches Feld.

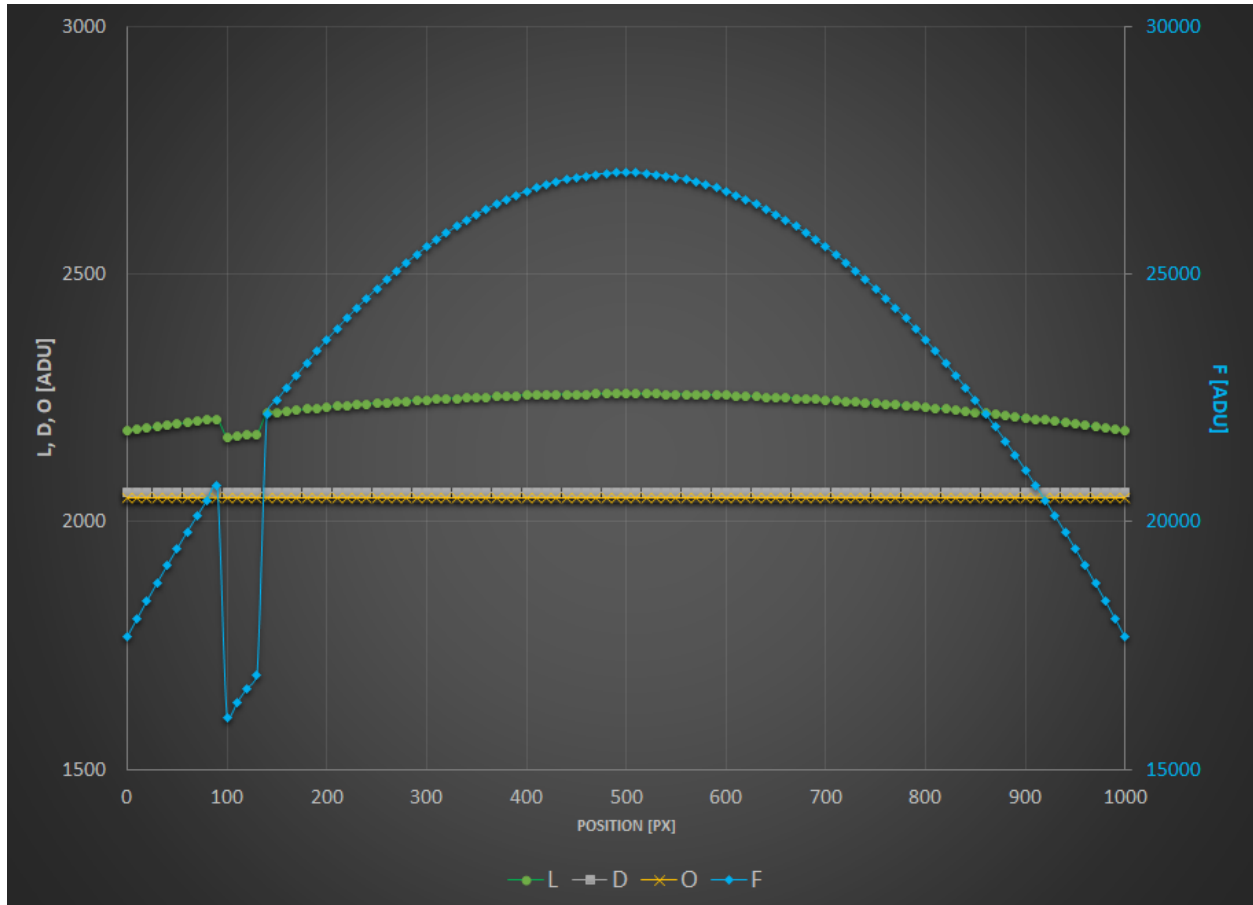
Die Schlussfolgerungen, die Sie aus dem oben Gesagten ziehen können, sind:

- Es ist besser, wenn Sie Ihre Lights mit einem Offset (Masterbias oder einfach einem festen Wert) korrigieren, wenn Sie keine Darks gemacht haben.
- Noch besser: Wenn Sie keine Zeit haben, eine Reihe von Darks zu machen, lohnt es sich wahrscheinlich, mindestens ein Dark zu machen, dessen Median zu messen und dieses (synthetische) Darklevel von Ihren Lights abzuziehen. Dadurch wird natürlich weder das Ampglow korrigiert noch die Hot-Pixel-Korrektur ermöglicht, aber Ihre Lights werden zumindest flach sein!



Und was ist mit Staub...?

Damit Ihre Flats auch diese unschönen Flecken korrigieren können, müssen Sie leider auch alle Kalibrierungsframes in die Gleichung einbeziehen. Wir haben ein kleines lokales ADU-Defizit in den Lights und Flats hinzugefügt, um diesen Effekt zu veranschaulichen.



Wie Sie sehen können, kann nur die Kombination $(L - D)/(F - O)$ sie korrigieren.

Zur weiteren Veranschaulichung der obigen Gleichungen und Kurven eignet sich nichts besser als ein Beispiel aus der Praxis. Alle Bilder unten wurden mit freundlicher Genehmigung von G. Attard zur Verfügung gestellt.

8.2.4 Fehlerbehebung bei der Kalibrierung

Die Kalibrierung ist rechnerisch ein sehr einfacher Schritt und kann nicht fehlschlagen, wenn die Eingabedaten den Erwartungen für astronomische Bilder entsprechen.

Allerdings werden Benutzer regelmäßig mit Situationen konfrontiert, in denen die kalibrierten Bilder nicht korrekt sind. In diesem Abschnitt geben wir Ihnen einen Überblick über die möglicherweise auftretenden Probleme und wie Sie diese vermeiden können.

Zunächst einmal ist das *Statistiktool* eine unschätzbare Hilfe zum Verständnis von Problemen und wird in den meisten Fällen zur Behebung von Problemen verwendet.

- Bei der Analyse der Statistiken eines Master-Darks muss dieses zunächst schwarz sein. Dies liegt daran, dass diese Bilder bei verschlossener Kamera aufgenommen wurden und es keinen Grund gibt, warum eine der Fotozellen privilegiert sein sollte. Das Bild muss so aussehen, als wäre es mit einem Monochromsensor aufgenommen

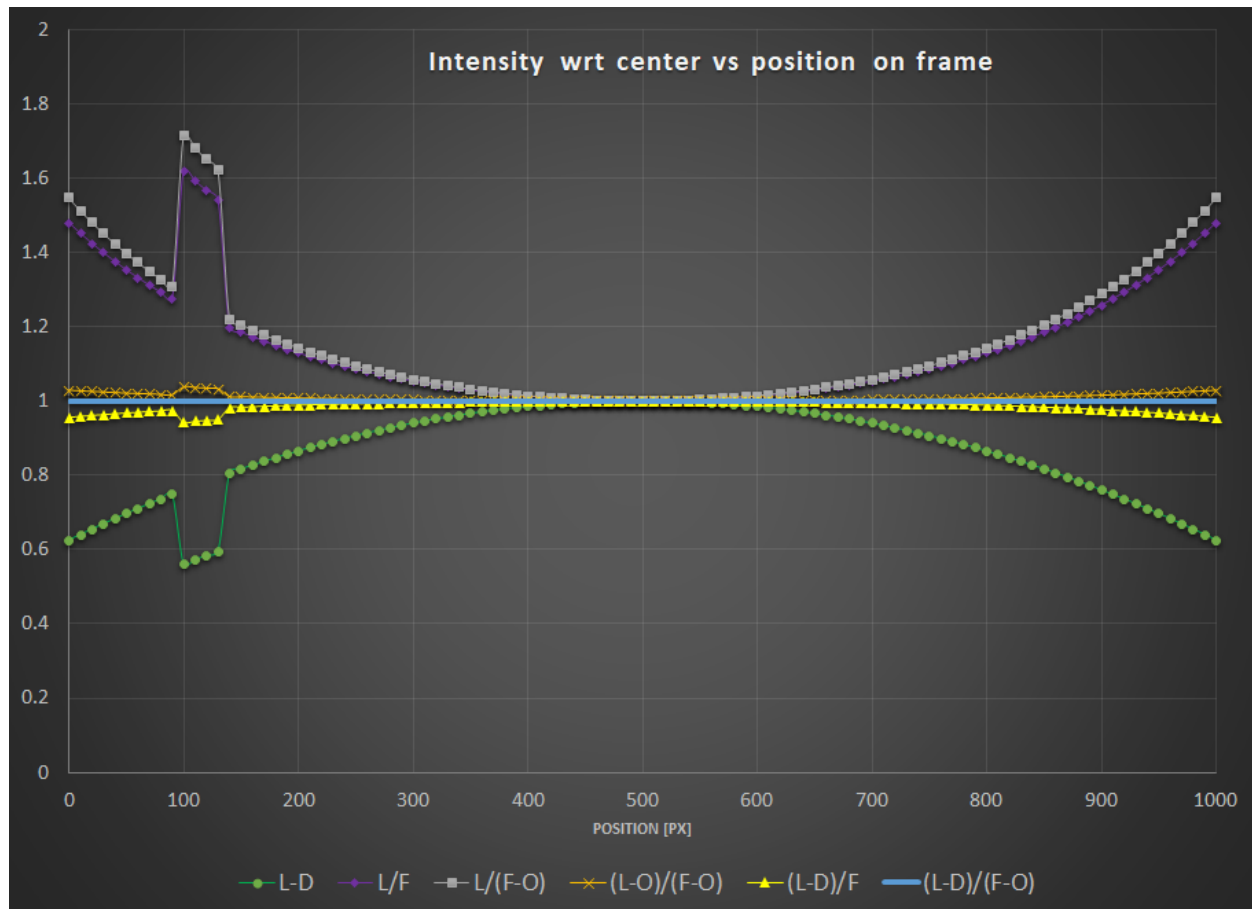




Abb. 15: $L - D$



Abb. 16: L/F



Abb. 17: $L/(F - O)$



Abb. 18: $(L - O)/(F - O)$



Abb. 19: $(L - D)/(F - O)$

worden, wobei die Bayer-Matrix nicht sichtbar ist. Unten sehen Sie ein Beispiel, bei dem der Master-Dark einen unerwünschten Farbabweich für diesen Bildtyp erfahren hat. Dadurch ist es nicht mehr schwarz und das Bayer-Muster ist sichtbar. Ein solches Darkframe ist unbrauchbar und muss neu erstellt werden.

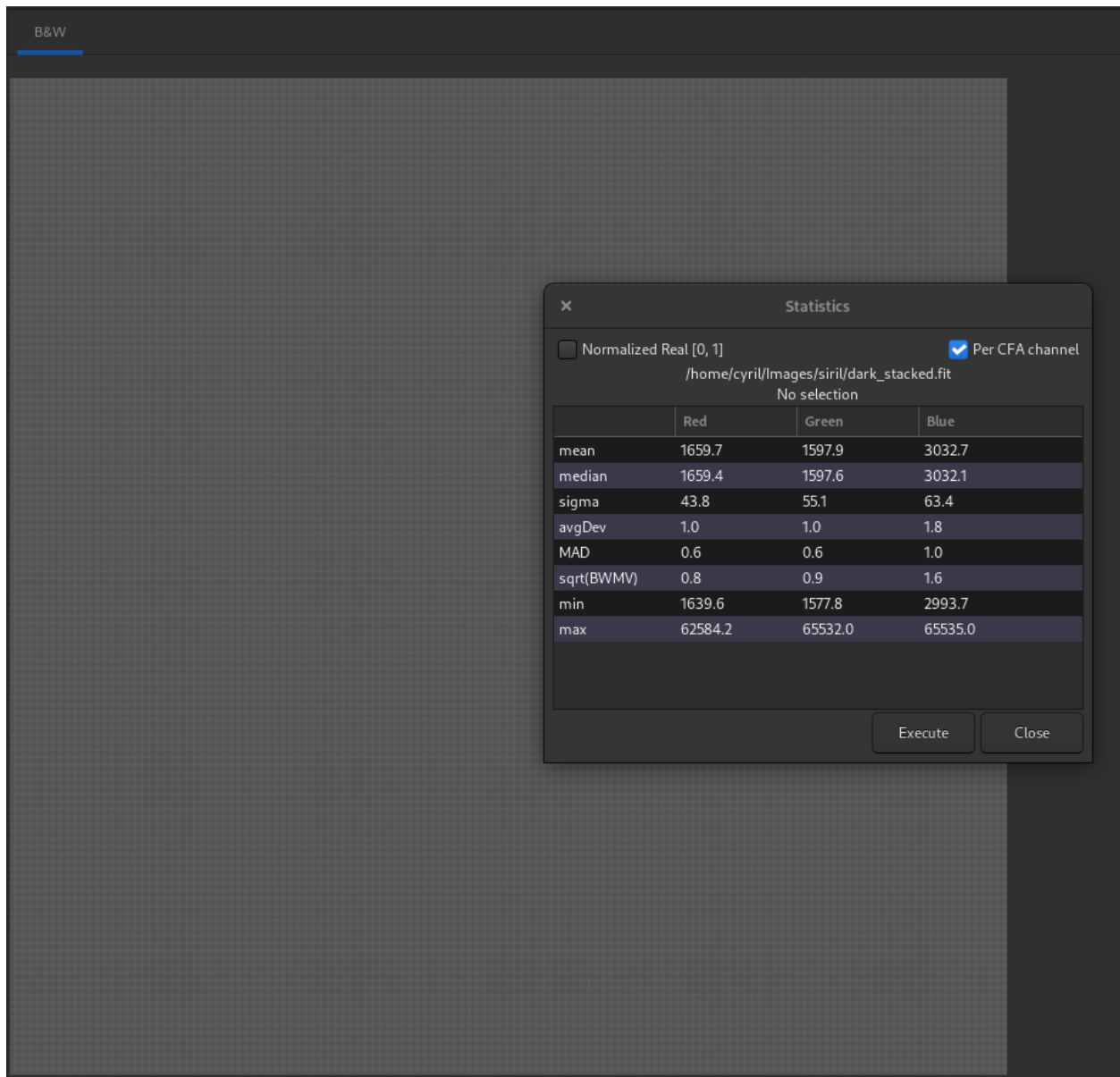


Abb. 20: Ein genauer Blick auf die Statistiken zeigt, dass der Medianwert jedes Kanals unterschiedlich ist, obwohl sie identisch (oder nahezu identisch) sein sollten. Auch die Bayermatrix ist deutlich erkennbar.

- Während der Nachtsitzung ist es sehr wichtig, den OFFSET-Wert für alle Bilder auf den gleichen Wert einzustellen. Insbesondere ist es zwingend erforderlich, für die Paare Darks/Lights und Bias/Flats die gleiche Einstellung zu haben. Die Nichterfüllung der ersten Bedingung kann zum Verlust erheblicher Daten führen (Pixel werden auf der linken Seite des Histogramms abgeschnitten). Wenn beide Bedingungen nicht erfüllt sind, wird höchstwahrscheinlich verhindert, dass Ihre Bilder korrekt mit den Flats korrigiert werden (siehe [Abschnitt oben](#)).
- Überprüfen Sie die Helligkeits- und Dunkelwerte: Der Mittelwert der Lightframes muss ausreichend höher sein als der der Darkframes, um zu vermeiden, dass Bilder voller Pixel mit negativen ADU-Werten entstehen.

- Wenn Sie die gleichen Einstellungen für Darks und Bias verwendet haben, sollten deren Mittelwerte sehr nahe beieinander liegen (zumindest bei einer gekühlten Kamera). Andernfalls kann es sein, dass Sie ein Lichtleck haben, das sich auf Ihre Darkframes ausgewirkt hat (Biasframes sind weniger empfindlich, da sie mit einer viel kürzeren Belichtungszeit aufgenommen werden). Überprüfen Sie daher immer Ihren Master-Dark, um festzustellen, ob sich in der Mitte ein Farbverlauf oder ein hellerer Fleck befindet. Dies ist nicht mit Ampglow zu verwechseln, der bei bestimmten Kameras normal ist.
- Wir empfehlen dringend, dass Sie Ihre Bilder auf die gleiche Weise aufnehmen: gleiche Software / gleicher Computer oder Astrobox / gleiches Bildformat. Tatsächlich kann es sein, dass jedes Programm seine eigenen Schreibkonventionen verwendet und Bilder möglicherweise nicht mehr miteinander kompatibel sind. Wir hören oft von Benutzern, die alle ihre Bilder mit einer Astrobox machen und die Flats am nächsten Tag direkt mit ihrer DSLR erstellen. In diesem Fall sind die Bilder oft unterschiedlich groß, sodass eine Kalibrierung nicht möglich ist.
- Ein beim Ausführen eines Skripts häufig auftretender Fehler ist das Vorhandensein von JPG-Bildern in einem der Eingabeordner (Darks/Biases/Flats/Lights), meist Schnappschüsse, die von der Erfassungssoftware zum schnelleren Durchsuchen gespeichert werden. Die Folge eines solchen Fehlers ist, dass die Kalibrierung fehlschlägt und stoppt und sich darüber beschwert, dass die Bilder nicht die gleiche Größe haben. Da JPG-Bilder bereits debayert sind, verfügen sie tatsächlich über drei Kanäle, während RAW-Bilder nur einen haben. Entfernen Sie alle JPG-Bilder aus den Eingabeordnern, um dieses Problem zu beheben.
- Stellen Sie sicher, dass die Flats nicht überbelichtet sind. Flatframes werden verwendet, um die Empfindlichkeitsschwankungen des Sensors von Pixel zu Pixel zu korrigieren. Wenn einige Pixel überbelichtet sind, wird ihre tatsächliche Lichtempfindlichkeit möglicherweise nicht genau dargestellt, was zu falschen Korrekturen während des Kalibrierungsprozesses führt. Eine überbelichtete Flatframe ist die Garantie für eine fehlerhafte Kalibrierung.

Um nach überbelichteten Pixeln zu suchen, können Sie ein Flatframe laden und *Bildverarbeitung* → *Histogrammtransformation...* verwenden, um das Histogramm des Bildes anzuzeigen. Der Schnappschuss unten zeigt, dass eine der Berge rechts abgeschnitten ist. Als Vorsichtsmaßnahme sollten Sie stets darauf achten, dass der rechte Ausläufer des Peaks, der am weitesten rechts liegt, nicht über 80 % liegt, um zu vermeiden, dass Sie in einen Bereich geraten, in dem Ihr Sensor möglicherweise nichtlinear wird.

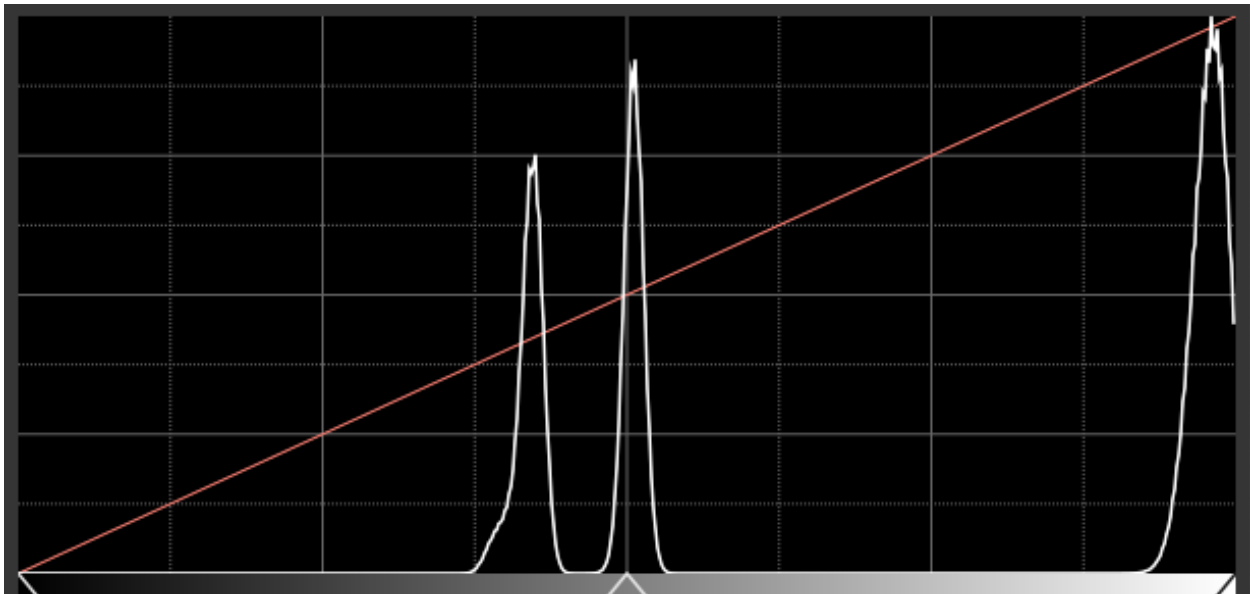


Abb. 21: Weiß-Clipping eines Flatframes. Wenn dies geschieht, bedeutet das, dass Sie den Gain oder die Belichtungszeit verringern sollten.

8.3 Registrierung

Die Registrierung ist im Grunde der Prozess der Ausrichtung der Bilder einer Sequenz, um sie anschließend verarbeiten zu können. Alle im Folgenden beschriebenen Verfahren berechnen die Transformation, die auf jedes Bild anzuwenden ist, um es am Referenzbild der Sequenz auszurichten.

Die Stärke von Siril liegt in der großen Vielfalt der angebotenen Ausrichtungsalgorithmen. Jede Methode wird im Folgenden erläutert. Durch Drücken der Schaltfläche *Führe Registrierung aus* wird die Registrierung der Sequenz gestartet.

Es ist möglich, die **Registrierungsebene** zu wählen. Grün ist die Standardeinstellung für Farbbilder, Luminanz für Monochrombilder. Das Zeichen (*) hinter dem Namen des Kanals bedeutet, dass für diese Ebene bereits Registrierungsdaten verfügbar sind. Bei der Verarbeitung von Bildern werden die Registrierungsdaten der Standardebene entnommen, wenn sie verfügbar sind (bei RGB-Bildern: Grün, sonst Blau und dann Rot).

8.3.1 Theorie

Verfahren der Registrierung

Was wir Registrierung nennen, ist in Wirklichkeit ein dreistufiger Prozess:

1. Erkennen der abzugleichenden Merkmale in allen Bildern
2. Berechnen einer lineare Funktion zwischen einem Bild und dem Referenzbild
3. Anwendung der berechneten Transformation auf jedes Bild, um neue Bilder zu erhalten

Je nach gewählter Registrierungsmethode werden die 3 Schritte zu einem einzigen Prozess zusammengefasst (oder nicht). Siril verwendet je nach gewählter Registrierungsmethode die sinnvollsten Standardeinstellungen (ob die berechnete Transformation angewendet werden soll oder nicht), aber ein Verständnis der internen Mechanismen kann Ihnen helfen, dieses Verhalten Ihren Bedürfnissen entsprechend zu ändern.

Algorithmen

In der nachstehenden Tabelle sind die verschiedenen Algorithmen aufgeführt, die für die ersten beiden Schritte (Erkennung und Transformationsberechnung) verwendet werden.

Registrierungs- methode	Merkmalerken- nung	Transformationsberechnung	Ver- schie- bung	Eu- kli- disch	Ähn- lich- keit	Af- fin	Ho- mo- gra- phie
Global	<i>Dynamisches</i>	Dreiecksvergleich und RAN-	Subpixel		x	x	x
2- Durchgänge	<i>PSF</i>	SAC	Subpixel		x	x	x
1-2-3 Sterne	PSF <i>Minimierung</i> in der Auswahl- box	Singulärwert-Zerlegung (2-3 Sterne) Differenz (1 Stern)	Subpixel (2-3 (1 Stern) Ster- ne)				
Bildmuster- ausrichtung	<i>Kreuzkorrelation</i> der Auswahlbox		Pixel				
KOMBAT	Max der Faltung im räumlichen Bereich auf dem Auswahlfeld		Pixel				
Komet	PSF <i>Minimierung</i> in der Auswahl- box	Verschiebungen des Geschwin- digkeitsvektors durch Zeitstem- pel	Subpixel				
Manuell	Deine Augen	Deine Hand	Pixel				

Es ist auch wichtig zu wissen, wie die registrierte Sequenz in den Stackingprozess eingespeist wird, der in der Regel direkt nach der Registrierung erfolgt:

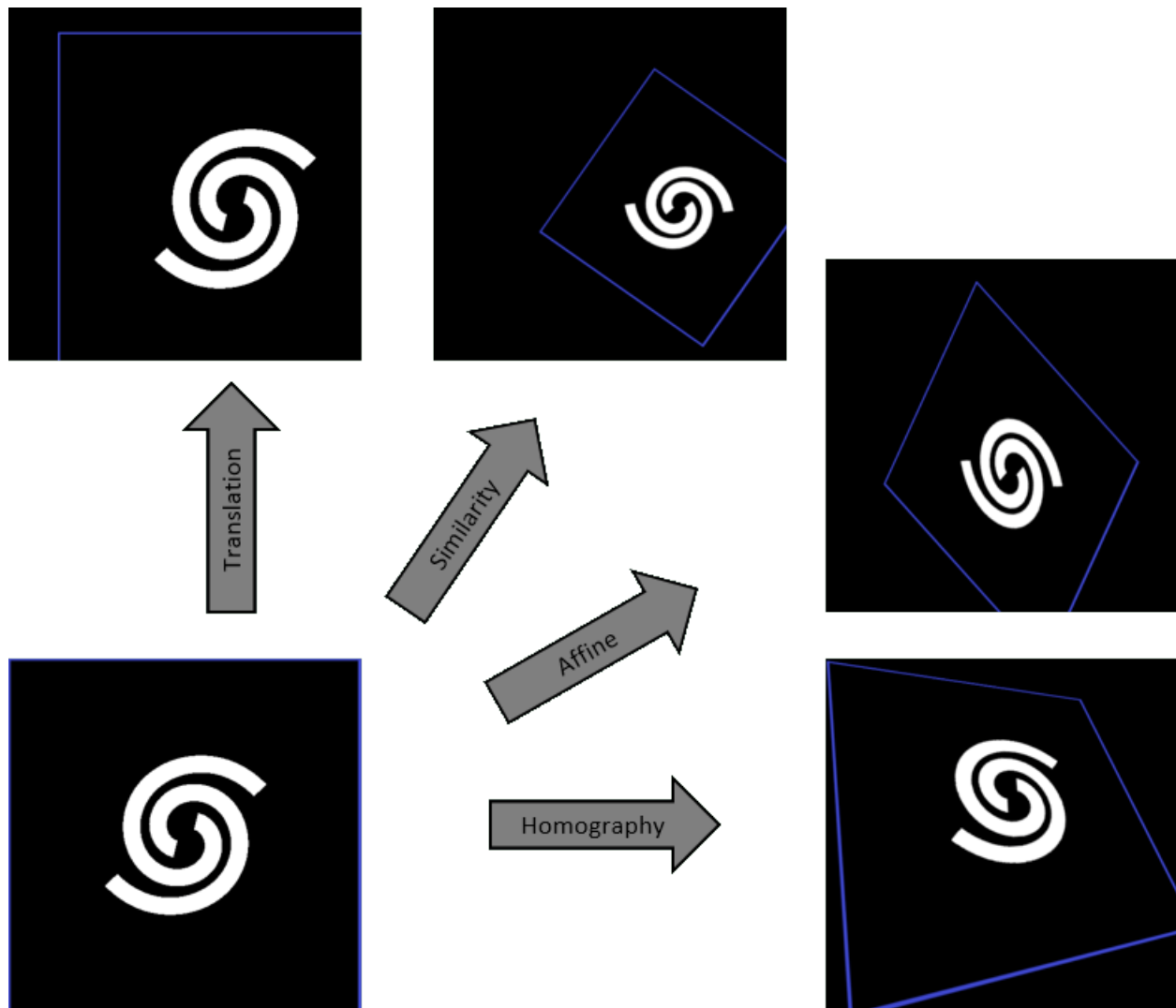
- Wenn die Transformation nur aus pixelweisen Verschiebungen besteht, kann der Stackingalgorithmus diese Verschiebungen beim Einlesen der Bilder sofort verwenden. Dies bedeutet, dass Sie keine "registrierten Bilder" erzeugen müssen. Das spart Speicherplatz und macht die Interpolation überflüssig. Dies geht natürlich auf Kosten einer weniger genauen Registrierung (d. h. ohne Subpixel-Genauigkeit), wird aber im Allgemeinen bei Planeten-/Lucky-Imaging verwendet, bei denen die Abtastrate gering ist. Dies kann auch mit einer Registrierungsmethode angewendet werden, die Subpixel-Verschiebungen berechnet. Während des Stacking-Prozesses werden die Verschiebungen auf Pixelgenauigkeit gerundet. In allen anderen Fällen, d. h. wenn dem Stacking eine Sequenz zugeführt wird, bei der die Registrierung komplexere Transformationen als nur Verschiebungen berechnet hat, die registrierten Bilder aber nicht gespeichert wurden, gibt Siril eine Warnung aus und fordert Sie auf, die registrierten Bilder zu exportieren, bevor Sie mit dem Stacking fortfahren.
- In allen anderen Fällen müssen die transformierten Bilder nach der Berechnung der Transformationen gespeichert werden, bevor mit dem Stacking fortgefahren werden kann, im Allgemeinen mit dem Präfix `r_`.

Bildtransformationen

Siril verwendet lineare Transformationen mit unterschiedlichen Freiheitsgraden, um ein Bild dem Referenzbild zuzuordnen:

- **Verschiebung** ist eine Abbildung mit 2 Freiheitsgraden (x/y-Verschiebungen), die sich gut für Bilder ohne Verzerrung, Skalierung und Felddrehung eignet. Zur Definition der Transformation muss nur 1 Sternpaar aufeinander registriert werden.
- **Euklidisch** ist eine starre Abbildung mit 3 Freiheitsgraden (x/y-Verschiebungen + eine Drehung), für Bilder ohne Verzerrung und Skalierung. Zur Definition der Transformation müssen mindestens 2 Sternpaare aufeinander ausgerichtet werden.
- **Ähnlichkeit** ist eine Abbildung mit 4 Freiheitsgraden (eine Skalierung, eine Drehung und x/y-Verschiebungen), die starrer als die Homografie ist und sich gut für Bilder ohne Verzerrungen eignet. Es müssen mindestens 2 Paare von Sternen übereinstimmen, um die Transformation zu definieren.

- **Affine** ist eine Abbildung mit 6 Freiheitsgraden (zwei Skalierungen, eine Scherung, eine Drehung und x/y-Verschiebungen), die starrer ist als die Homografie und sich gut für Bilder mit geringer Verzerrung eignet. Für die Definition der Transformation müssen mindestens 3 Sternpaare aufeinander registriert werden.
- **Homographie** ist die Standardtransformation, die eine Transformation mit 8 Freiheitsgraden verwendet, um die Bilder auf den Referenzrahmen zu verzerren. Dieses Verfahren ist im Allgemeinen gut geeignet und wird für Weitwinkelaufnahmen dringend empfohlen. Um die Transformation zu definieren, müssen mindestens 4 Sternpaare aufeinander registriert werden.



Referenzbild

Dies ist das Bild, das als gemeinsame Referenz für die Berechnung der Transformationen verwendet wird, die alle Bilder der Sequenz auf dieses spezielle Bild transformieren.

Falls es nicht manuell eingestellt wird, wird das Referenzbild nach den folgenden Kriterien ausgewählt:

- wenn die Sequenz bereits registriert wurde, ist es das beste Bild, d. h. das mit der niedrigsten FWHM oder der höchsten Qualität, je nach Art der Registrierung
- Andernfalls ist es das erste Bild der Sequenz, das nicht ausgeschlossen wird.

Um ein Bild als Referenz anzugeben, können Sie dies tun:

- Öffnen Sie den *Bilderliste*, wählen Sie das Bild, das als neue Referenz festgelegt werden soll, und klicken Sie auf die Schaltfläche *Referenz-Bild*.
- Verwenden Sie den Befehl *setref*. Zum Beispiel, wenn Sie Bild #10 als Referenz festlegen möchten:

```
setref 10
```

Siril Kommandozeile

```
setref sequencename image_number
```

Legt das Referenzbild der im ersten Argument angegebenen Sequenz fest. **image_number** ist die fortlaufende Nummer des Bildes in der Sequenz, nicht die Nummer im Dateinamen, beginnend bei 1

Beim Stacking wird das Referenzbild auch als Normalisierungsreferenz verwendet, falls die Normalisierung aktiviert ist.

8.3.2 Registrierungsmethoden

Allgemeine Sternausrichtung

Dies ist wahrscheinlich der leistungsfähigste und genaueste Algorithmus zur Ausrichtung von Deep-Sky-Bildern.

Die allgemeine Sternausrichtung basiert auf der Methode der Dreiecksähnlichkeit für automatisch erkannte gemeinsamer Sterne in jedem Bild [Valdes1995]. Unsere Implementierung basiert auf dem Programm *match* von Michael Richmond. Anschließend wird der Algorithmus *RANSAC* [Fischler1981] auf die Sternlisten angewendet, um weitere Ausreißer auszuschließen und die Projektionsmatrix zu bestimmen. Die Robustheit des Algorithmus hängt von der Fähigkeit ab, die Sterne zu erkennen und gleichzeitig falsche Erkennungen zu vermeiden. Siril verfügt über einen sehr ausgeklügelten Sternerkennungsalgorithmus, der es so weit wie möglich vermeidet, Objekte auszuwählen, die keine Sterne sind, und das in der schnellstmöglichen Zeit. Die Erkennung der hellsten Sterne ist normalerweise am wichtigsten. Wenn jedoch auch schwächere Sterne erkannt werden müssen, kann das Fenster *Dynamische PSF* verwendet werden, um die Erkennungsparameter anzupassen.

Bei dieser Ausrichtungsmethode gibt es nur wenige Optionen, da sie weitgehend automatisch durchgeführt wird.

Das Dropdown-Menü *Transformation* ermöglicht die Auswahl zwischen verschiedenen Transformationsverfahren.

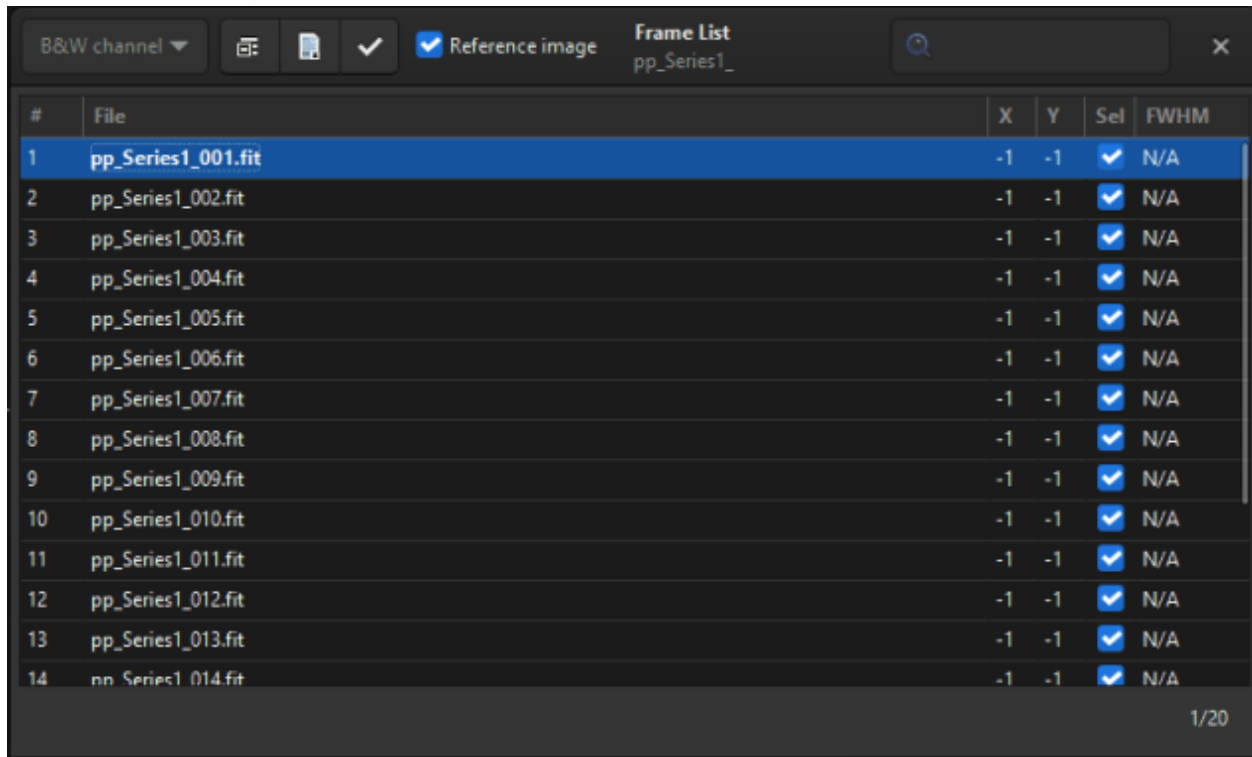


Abb. 22: Das Dialogfeld für die Bildliste. Sie können alle Bilder in der Sequenz durchsuchen.

Warnung: Für das anfängliche Stern-Matching wird der Algorithmus der Dreiecksähnlichkeit verwendet, d. h. die Mindestanzahl der Sternpaare muss bei **Verschiebung**, **Ähnlichkeit** und **Affinität** mindestens 3 und bei **Homographie** mindestens 4 betragen.

Andere Optionen sind:

- Die Schaltfläche *Mindest-Stern-Paare* legt die minimale Anzahl von Sternpaaren fest, die ein bestimmtes Bild im Verhältnis zum Referenzbild haben kann. Wenn ein bestimmtes Bild weniger Sternpaare hat, wird es *nicht* registriert. Rechts neben dieser Option befindet sich eine Schaltfläche, die das Werkzeug *Dynamische PSF* öffnet.
- Die Option *Maximale Anzahl von Sternen angepasst* legt die maximale Anzahl der Sterne fest, nach denen in jedem Bild gesucht werden soll (Standardwert 2000). Je größer dieser Wert ist, desto mehr Sterne werden potenziell erkannt, was zu einer längeren Rechenzeit, aber auch zu einer genaueren Registrierung führt.
- Die letzte Option, *Bringe ausgewählte Sterne zur Deckung*, gibt an, ob Sie den Global Sternausrichtungs-Algorithmus innerhalb des ausgewählten Bereichs im Referenzbild durchführen möchten. Wenn keine Auswahl aktiv ist, wird diese Option ignoriert.

Siril Kommandozeile

```
register sequencename [-2pass] [-noout] [-drizzle] [-prefix=] [-minpairs=] [-transf=] [-
→layer=] [-maxstars=] [-nostarlist] [-interp=] [-noclamp] [-selected]
```

Findet und führt optional geometrische Transformationen an Bildern der im Argument angegebenen Sequenz durch, so dass sie dem Referenzbild überlagert werden können. Da dieser Algorithmus Sterne für die Registrierung

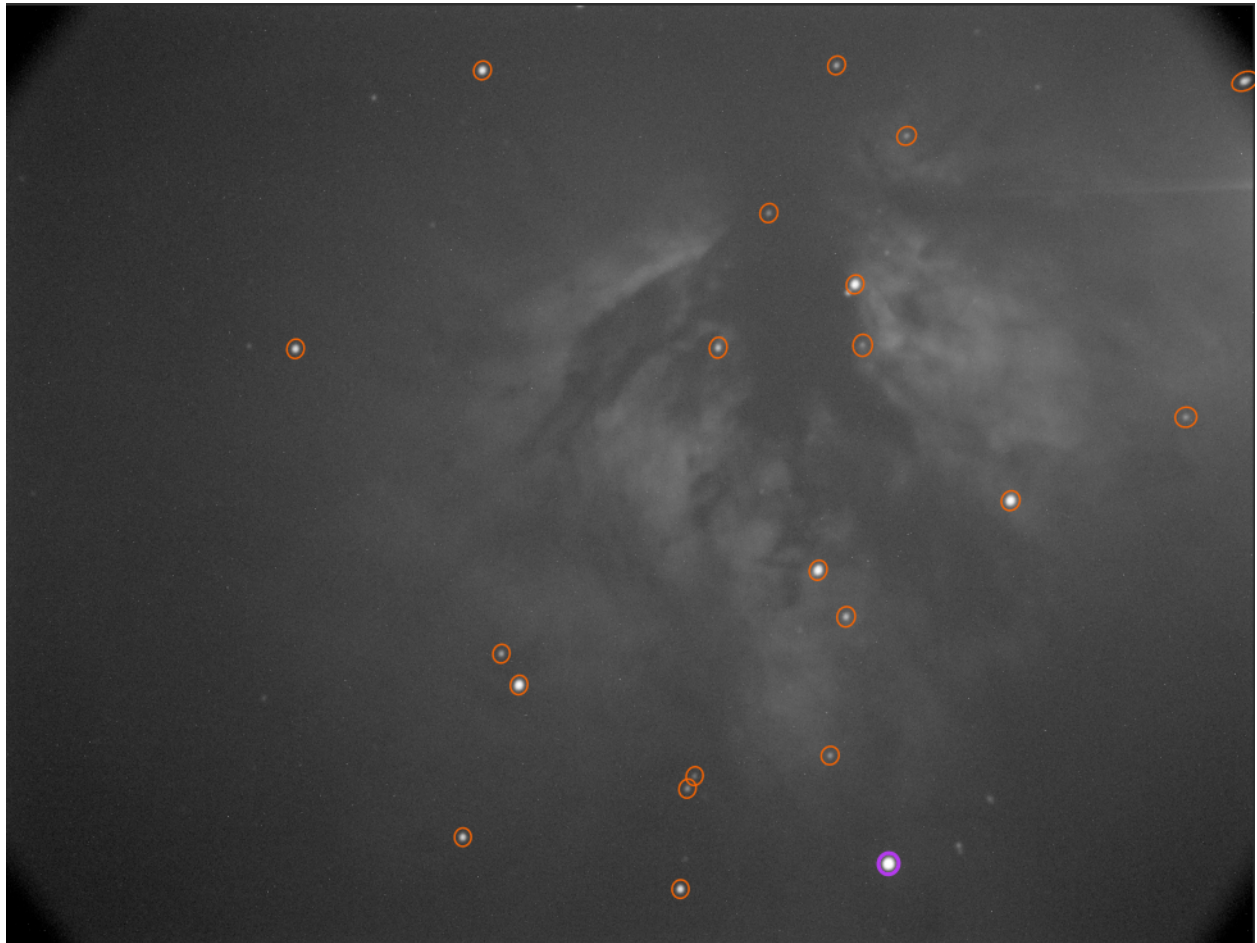
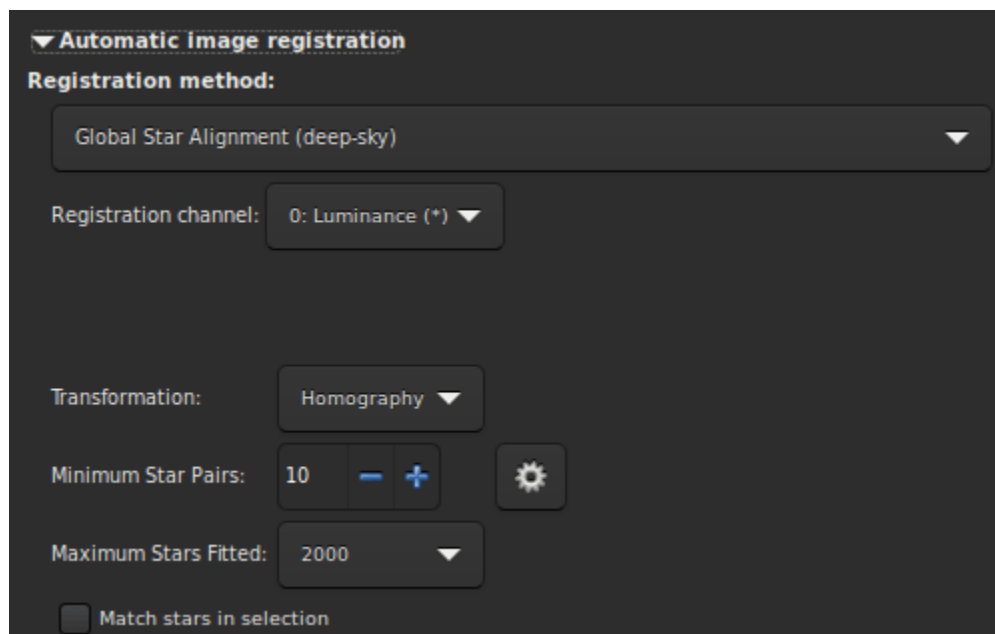


Abb. 23: Automatische Erkennung von Sternen in einem Einzelbild



verwendet, funktioniert er nur mit Deep-Sky-Bildern. Die Optionen für die Sternerkennung können mit **SETFINDSTAR** oder dem Dialogfeld *Dynamisches PSF* geändert werden. Die Erkennung erfolgt bei Farbbildern auf der grünen Ebene, es sei denn, sie wird durch die Option **-layer=** mit einem Argument von 0 bis 2 für Rot bis Blau angegeben.

Die Optionen **-2pass** und **-noout** berechnen nur die Transformationen, erzeugen aber nicht die transformierten Bilder. **-2pass** fügt dem Algorithmus einen Vorbereitungsdurchlauf hinzu, um ein gutes Referenzbild zu finden, bevor die Transformationen basierend auf der Bildqualität und dem Bildausschnitt berechnet werden. Um nach diesem Durchgang transformierte Bilder zu erzeugen, verwenden Sie SEQAPPLYREG. **-nostarlist** deaktiviert das Speichern der Sternlisten auf der Festplatte.

Die Option **-transf=** legt die Verwendung der Transformationen **shift**, **similarity**, **affine** oder **homography** (Standard) fest.

Mit der Option **-drizzle** wird das Subpixel-Stacking aktiviert, indem die erzeugten Bilder um den Faktor 2 hochskaliert werden.

Die Option **-minpairs=** gibt die Mindestanzahl von Sternpaaren an, die ein Bild mit dem Referenzbild haben muss, andernfalls wird das Bild fallen gelassen und aus der Sequenz ausgeschlossen.

Die Option **-maxstars=** gibt die maximale Anzahl der Sterne an, die in jedem Bild gefunden werden sollen (muss zwischen 100 und 2000 liegen). Mit mehr Sternen kann eine genauere Registrierung berechnet werden, die jedoch mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Die Methode der Pixelinterpolation kann mit dem Argument **-interp=** angegeben werden, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste **no**[ne], **ne**[arest], **cu**[bic], **la**[nczos4], **li**[near], **ar**[ea]}. Wenn **none** übergeben wird, wird die Transformation erzwungen und eine pixelweise Verschiebung ohne Interpolation auf jedes Bild angewendet.

Die bikubische und die Lanczos4-Interpolationsmethode sind standardmäßig haltend, um Artefakte zu vermeiden, das kann aber mit dem Argument **-noclamp** deaktiviert werden.

Alle Bilder der Sequenz werden registriert, es sei denn, die Option **-selected** wird übergeben, in diesem Fall werden die ausgeschlossenen Bilder nicht verarbeitet

Falls erzeugt, beginnt der Name der Ausgabesequenz mit dem Präfix "r_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweise: *setfindstar*, *psf*, *seqapplyreg*

Globale Sternausrichtung in zwei Durchgängen

Die globale Sternausrichtung erfolgt in zwei Durchgängen, wobei das Referenzbild aus den erkannten Sterninformationen ausgewählt werden kann, anstatt automatisch das erste Bild der Sequenz zu wählen. Die vorgeschlagenen Optionen ähneln dem Algorithmus *Globale Registrierung*, aber diese Methode erzeugt keine Sequenzen und alle Ausrichtungsinformationen werden in der *seq*-Datei gespeichert.

Bei der Sternerkennung setzt Siril ein Maximum von 2000 zu findenden Sternen (dies kann auch mit der entsprechenden Option geändert werden). Falls mehr als ein Bild die maximale Anzahl an Sternen erreicht hat, werden die Sternlisten aller Bilder erneut durchsucht. Es wird ein neuer minimaler Erkennungsschwellenwert definiert, um die Bilder sowohl nach der Anzahl der erkannten Sterne als auch nach der FWHM sortieren zu können.

Wenn nicht anders angegeben, werden bei dieser Methode die Sternlisten aller Bilder gespeichert, wobei die Erweiterung *.fit(s)* durch *.lst* ersetzt wird. Dies erlaubt es, den 2-Pass-Algorithmus sehr schnell mit anderen Parametern,

z.B. einer anderen Transformation, erneut zu starten. Falls die Sternerkennung geändert wurde, erkennt der Prozess diese Änderungen und führt die Analyse wie erforderlich erneut durch.

Auf diese Registrierung muss im Allgemeinen *Existierende Registrierung anwenden* folgen, um die Transformation anzuwenden und eine neue Sequenz zu erstellen, es sei denn, Sie haben sich für die Berechnung von *Shift* entschieden.

Diese Zeilen führen eine 2-Pass-Registrierung auf eine Sequenz namens *pp_light* durch und wenden sie an. Die Ausgabe ist eine Sequenz *r_pp_light*.

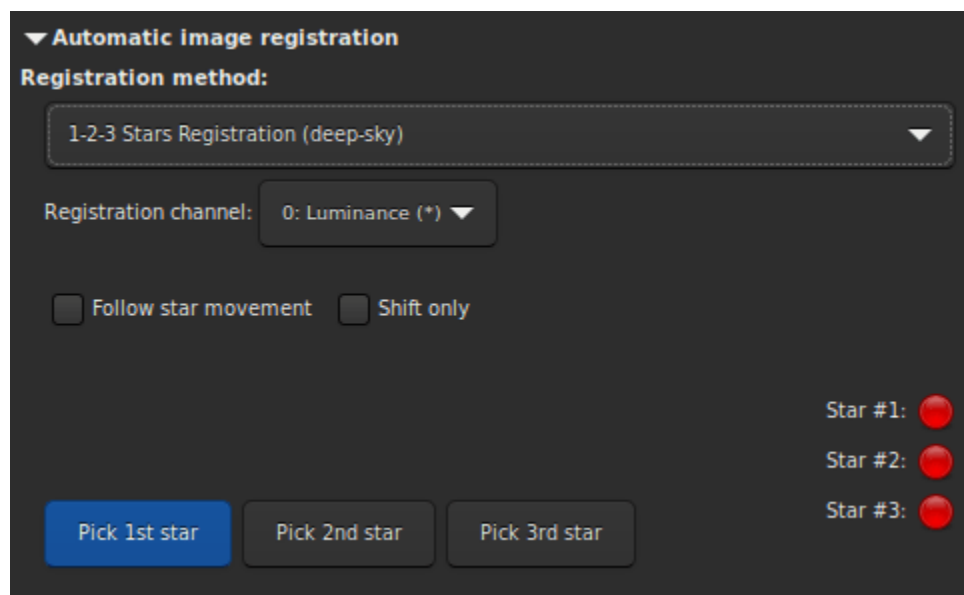
```
# Align lights in 2 passes
register pp_light -2pass
seqapplyreg pp_light
```

Diese Zeilen führen eine 2-Pass-Registrierung auf eine Sequenz namens *colors* durch und wenden sie an, während sie die Ausgabebilder auf den kleinsten gemeinsamen Bereich beschneiden. Die Ausgabe ist eine Sequenz *r_colors*. Dies kann vor dem Zusammensetzen von Monobildern nützlich sein (die Bereiche, die nicht allen Bildern gemeinsam sind, werden abgeschnitten).

```
# Align layers in 2 passes and crop away borders
register colors -2pass
seqapplyreg colors -framing=min
```

1-2-3 Stern-Registrierung

Wenn die Bilder nur wenige Sterne enthalten, z. B. bei DSO Lucky Imaging-Bildern mit einer Belichtungszeit von weniger als einer Sekunde, ist es möglich, dass der globale Registrierungsalgorithmus fehlschlägt, selbst wenn Sie die Erkennungsparameter im Fenster *Dynamische PSF* ändern. In diesem Fall kann es interessant sein, die Sterne, die Sie ausrichten möchten, manuell zu erkennen. Dies ist der Zweck des Algorithmus zur Registrierung von 1, 2 oder 3 Sternen.



Das Prinzip dieser Methode besteht darin, einen Auswahlbereich um einen Stern zu ziehen und auf die Schaltfläche *1. Stern auswählen* zu klicken, dann entsprechend mit dem zweiten und dritten Stern.

- Wenn nur ein Stern ausgewählt ist, wird nur die Verschiebung zwischen den Bildern berechnet. Daher wird die Schaltfläche *Nur verschieben* automatisch ausgewählt. Die Verschiebungswerte werden dann in der Datei *seq* gespeichert.

- Wenn zwei oder drei Sterne ausgewählt werden, kann die Drehung berechnet und angewendet werden, um eine neue Sequenz zu erstellen. Wenn jedoch die Option *Nur Verschiebung* gewählt wird, was nicht zwingend erforderlich ist, wird nur die Verschiebung berechnet.

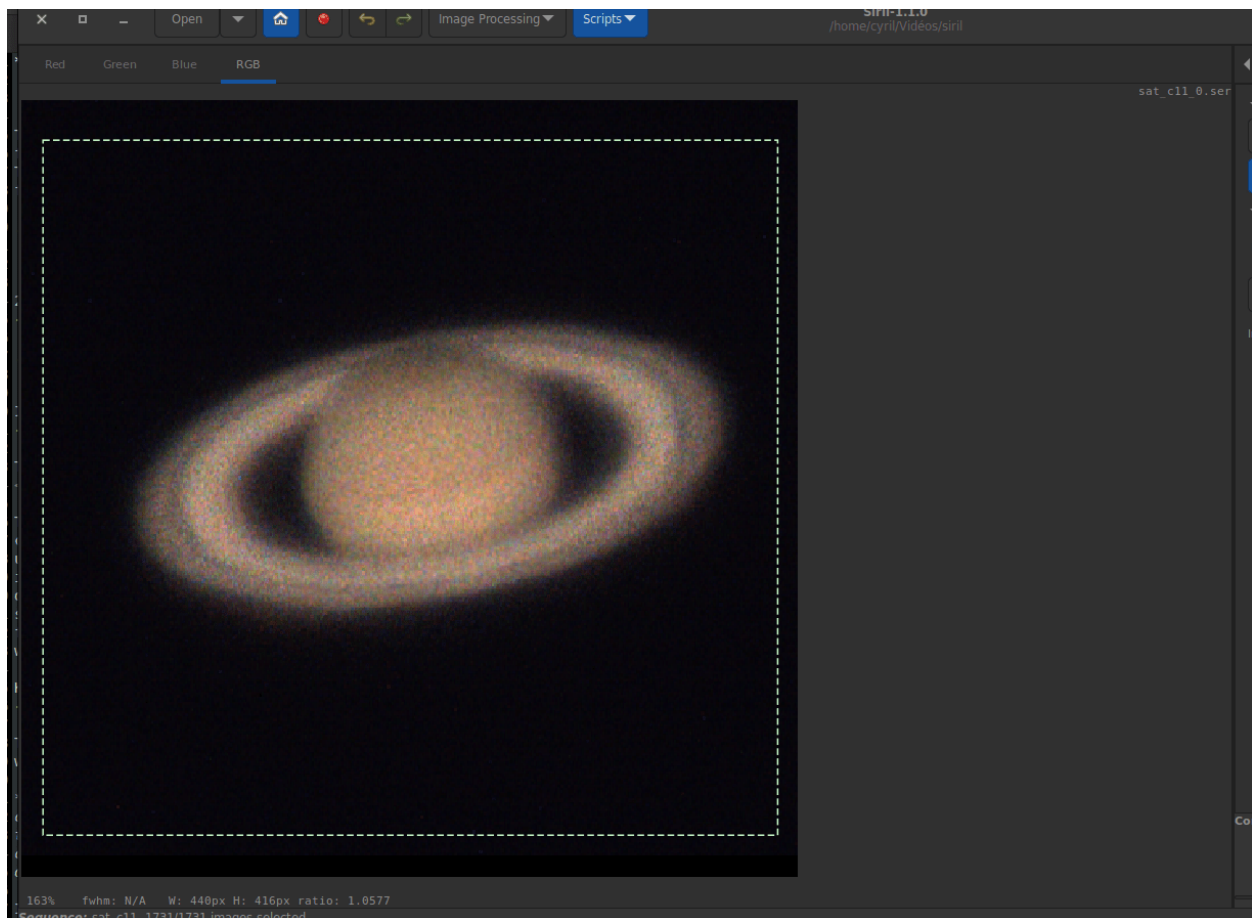
Die Option *Folge der Sternbewegung* verwendet die Position des/der im vorherigen Bild gefundenen Sterns/Sterne als neues Zentrum für die aktuelle Bildregistrierung. Dadurch wird der Auswahlbereich kleiner, die Registrierung schneller und berücksichtigt Drift oder Bilder mit einer großen Anzahl von Sternen.

Warnung: Wenn Sie diese Option aktivieren, wird die Registrierung nicht parallelisiert, sondern nur auf einem CPU-Kern ausgeführt.

Bildmusterausrichtung

Hierbei handelt es sich um ein einfaches Verfahren zur Registrierung durch Verwendung der Kreuzkorrelation <https://de.wikipedia.org/wiki/Kreuzkorrelation> im räumlichen Bereich.

Diese Methode ist schnell und wird für die Registrierung von *Planetenvideos* verwendet, bei denen in großen Bereichen des Bildes zusammenhängende Informationen zu sehen sind. Sie kann auch für die Registrierung einiger Deep-Sky-Bilder verwendet werden. Beachten Sie jedoch, dass es sich dabei um eine Ein-Punkt-Ausrichtungsmethode handelt, die für die Ausrichtung von hochauflösenden Planetenbildern schlecht geeignet ist. Aber es registriert die Bilder effektiv, um die Sequenz zu stabilisieren. Zeichnen Sie einfach eine Auswahl um das Objekt (z. B. den Planeten) und stellen Sie sicher, dass seine Bewegung während der Sequenz innerhalb der Auswahl bleibt. Mit dieser Methode kann nur die Verschiebung berechnet werden.



KOMBAT

Diese Methode stammt aus der Bibliothek [OpenCV](#), einer in Siril häufig genutzten Bibliothek. Sie erklären:

Es schiebt einfach das Referenzbild über das Eingabebild (wie bei der 2D-Konvolution) und vergleicht die Vorlage und den Bereich des Eingangsbildes unter dem Referenzbild. Mehrere Vergleichsmethoden sind in OpenCV implementiert. (Sie können die Dokumentation für weitere Details einsehen). Das Ergebnis ist ein Graustufenbild, bei dem jedes Pixel angibt, wie sehr die Umgebung dieses Pixels mit der Vorlage übereinstimmt.

In der Praxis zeichnen Sie einfach eine Auswahl um das Objekt (z. B. den Planeten) und stellen sicher, dass seine Bewegung während der Sequenz innerhalb der Auswahl bleibt. Mit dieser Methode kann nur die Verschiebung berechnet werden.

Kometen-/Asteroiden-Registrierung

Das Kometenregistrierungstool funktioniert auf sehr einfache Weise in zwei Schritten.

1. Wählen Sie mit der Bilderliste das erste Bild der Sequenz, umgeben Sie den Kometenkern und klicken Sie dann auf die Schaltfläche *Wähle ein Objekt in #1*.
2. Wählen Sie dann das letzte Bild der Sequenz aus, wählen Sie den Kern des Kometen aus und klicken Sie auf die Schaltfläche *Wähle ein Objekt in #2*.

Die Kometengeschwindigkeit *Delta x* und *Delta y* wird in Pixel pro Stunde berechnet, wenn alles in funktioniert hat.

Warnung: Die Ausrichtung des Kometen muss an Bildern vorgenommen werden, deren Sterne zuvor ausgerichtet wurden. Entweder über eine neue Sequenz, mit der globalen Sternausrichtung, oder indem man die Registrierungsinformationen in der Datei seq gespeichert hat. Im letzteren Fall ist die Option *Registrierungsdaten sammeln* (unten erklärt) sinnvoll.

Bemerkung: Um voll funktionsfähig zu sein, müssen die Bilder einen Zeitstempel haben. Nur FITS-, SER- und TIFF-Bilder sind mit dieser Funktion kompatibel.

▼ Automatic image registration

Registration method:

Comet/Asteroid Registration ▼

Registration channel: 1: Green (*) ▼

Pick object in #1	1314.61	1312.97
Pick object in #2	1315.59	1312.89

Velocity: Δx : 0.74, Δy : 0.06

Manuelle Registrierung

Diese letzte Methode der Registrierung ist sehr speziell, was ihre separate Position erklärt, und erlaubt es, Bilder manuell auszurichten. Natürlich ist nur die Verschiebung zwischen Bildern erlaubt.

Als erstes müssen Sie zwei Vorschaubilder im Bild definieren. Durch Anklicken der Schaltfläche *Definieren Sie die erste Vorschau* wird die erste Vorschau initialisiert. Sie müssen dann auf einen Bereich des Bildes klicken, idealerweise auf einen Stern in der Nähe eines Bildrandes, um den Vorschaubereich festzulegen. Ein Klick auf die zweite Schaltfläche *Definieren Sie die zweite Vorschau* ermöglicht es, das Gleiche für einen zweiten Punkt zu tun.



Es ist sehr wichtig, dass Sie bereits ein Referenzbild mit der *Bilderliste* festgelegt haben. Standardmäßig ist dies das erste Bild. Der Benutzer kann das gewünschte Bild frei wählen. Es wird als Referenzebene verwendet, die durch Transparenz sichtbar ist, um die Bilder manuell mit den Verschiebungs-Schaltflächen auszurichten. Anschließend können Sie die Bilder einzeln durcharbeiten, um die gleiche Methode auf die gesamte Sequenz anzuwenden.

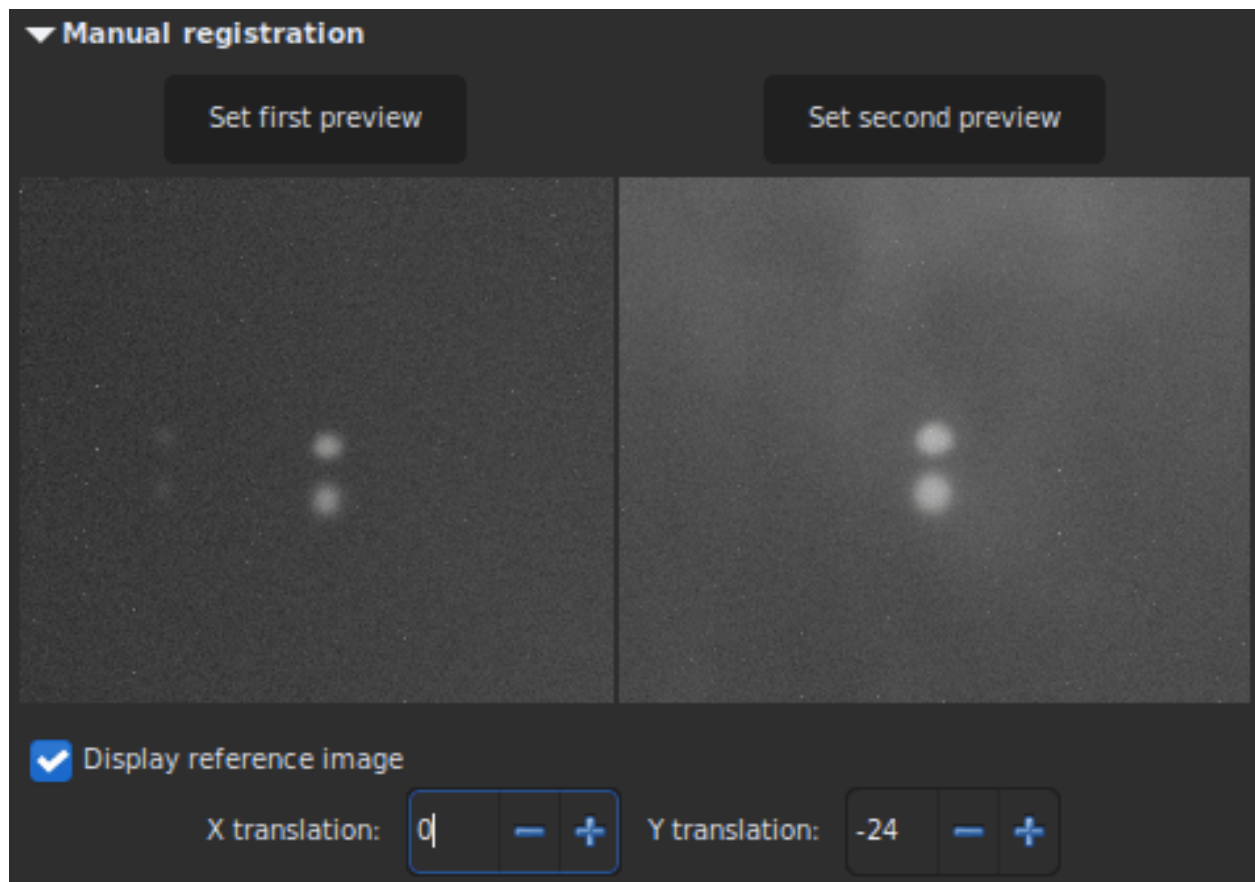


Abb. 24: Die Y-Verschiebung ist zu groß, gleiche Sterne auf verschiedenen Bildern überschneiden sich nicht.

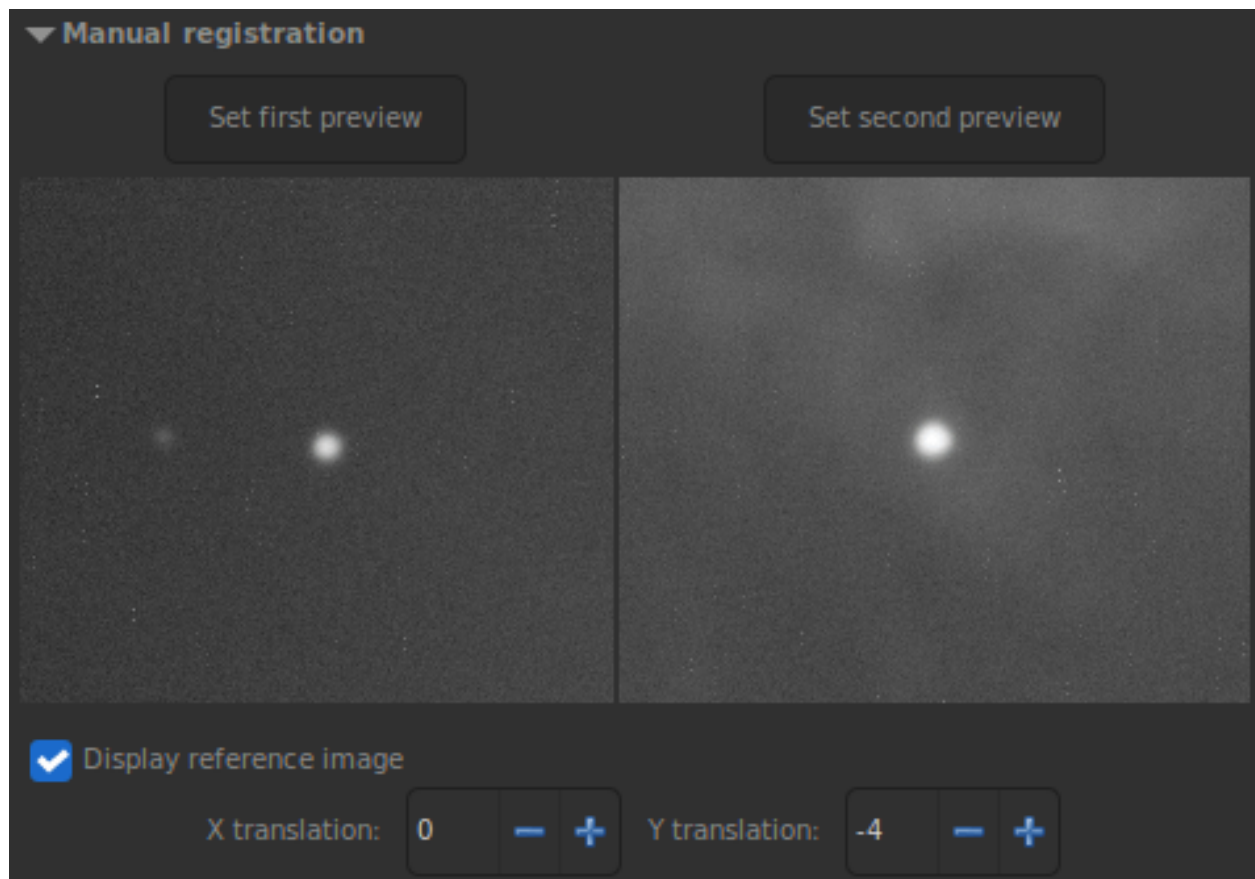
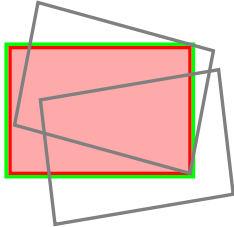


Abb. 25: X- und Y-Verschiebung sehen gut aus. Das aktuelle Bild ist am Referenzbild ausgerichtet.

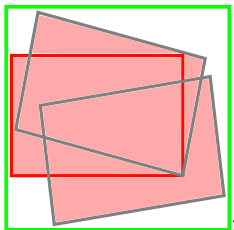
Vorhandene Registrierung anwenden

Dabei handelt es sich nicht um einen Algorithmus, sondern vielmehr um ein Hilfsmittel zur Anwendung zuvor berechneter Registrierungsdaten, die in der Sequenzdatei gespeichert sind. Die Interpolationsmethode und das vereinfachte Drizzlen können im Abschnitt *Ausgabe-Registrierung* ausgewählt werden. Sie können auch die Bildfilterung verwenden, um zu vermeiden, dass unnötige Bilder gespeichert werden, wie bei der Stapelung *Bilder ausschließen*.

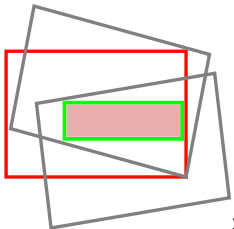
Es stehen vier Rahmungsmethoden zur Verfügung:



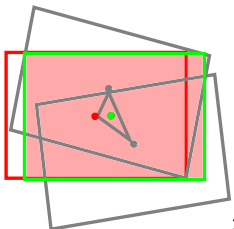
- : **aktuell** verwendet das aktuelle Referenzbild. Dies ist das Standardverhalten.



- : **Maximum** (Bounding Box) fügt bei Bedarf einen schwarzen Rand um jedes Bild hinzu, damit kein Teil des Bildes beim Registrieren abgeschnitten wird.



- : **Minimum** (gemeinsamer Bereich) beschneidet jedes Bild auf den Bereich, den es mit allen Bildern der Sequenz gemeinsam hat.

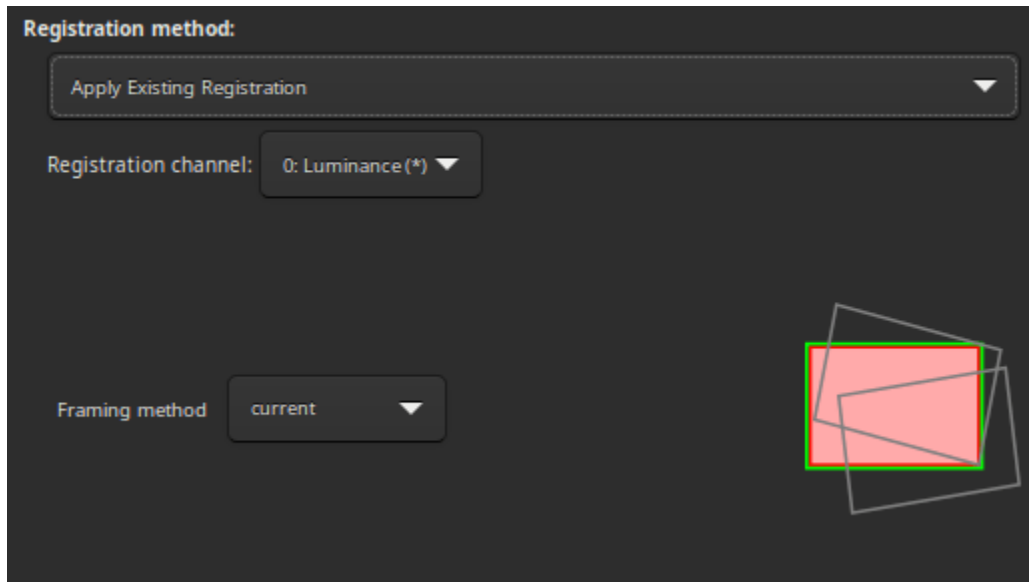


- : **Schwerpunkt** bestimmt die beste Position für den Bildausschnitt als Schwerpunkt (cog, Center Of Gravity) aller Bilder.

Siril Kommandozeile

```
seqapplyreg sequencename [-drizzle] [-interp=] [-noclamp] [-layer=] [-framing=] [-
→prefix=] [-filter-fwhm=value[%|k]] [-filter-wfwhm=value[%|k]] [-filter-round=value[
→%|k]] [-filter-bkg=value[%|k]] [-filter-nbstars=value[%|k]] [-filter-quality=value[
→%|k]] [-filter-incl[uded]]
```

Wendet geometrische Transformationen auf Bilder der im Argument angegebenen Sequenz an, so dass sie dem Referenzbild überlagert werden können, wobei zuvor berechnete Registrierungsdaten verwendet werden (siehe



REGISTER).

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "**r_**", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde.

Die Option **-drizzle** aktiviert die Subpixel-Registrierung der in der transformierten Sequenz erzeugten Bilder, eine Hochskalierung um den Faktor 2.

Die Methode der Pixelinterpolation kann mit dem Argument **-interp=** angegeben werden, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste **no**[ne], **ne**[arest], **cu**[bic], **la**[nczos4], **li**[near], **ar**[ea]}. Wenn **none** übergeben wird, wird die Transformation erzwungen und eine pixelweise Verschiebung ohne Interpolation auf jedes Bild angewendet.

Die bikubische und die Lanczos4-Interpolationsmethode sind standardmäßig haltend, um Artefakte zu vermeiden, das kann aber mit dem Argument **-noclamp** deaktiviert werden.

Bei RGB-Bildern wird die Registrierung auf der ersten Ebene durchgeführt, für die Daten vorhanden sind, es sei denn, die Option **-layer=** (0, 1 oder 2 für R, G bzw. B) wurde angegeben.

Die automatische Beschneidung der Ausgabesequenz kann mit dem Schlüsselwort **-framing=**, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste { **current** | **min** | **max** | **cog** } festgelegt werden:

-framing=max (Bounding Box) fügt bei Bedarf einen schwarzen Rand um jedes Bild hinzu, damit kein Teil des Bildes bei der Registrierung abgeschnitten wird.

-framing=min (gemeinsamer Bereich) beschneidet jedes Bild auf den Bereich, den es mit allen Bildern der Sequenz gemeinsam hat.

-framing=cog bestimmt die beste Position für den Bildausschnitt als Schwerpunkt (cog) aller Bilder.

Bilder herausfiltern:

Die zu registrierenden Bilder können auf der Grundlage einiger Filter ausgewählt werden (z. B. derjenigen mit der besten FWHM), mit einigen der **-filter-*** Optionen.

Verweise: [register](#)

Einige davon werden gefiltert, ohne dass eine bestimmte Reihenfolge oder Anzahl festgelegt wird:

```
[-filter-fwhm=value[%|k]] [-filter-wfwhm=value[%|k]] [-filter-round=value[%|k]] [-filter-  
→bkg=value[%|k]]  
[-filter-nbstars=value[%|k]] [-filter-quality=value[%|k]] [-filter-incl[uded]]
```

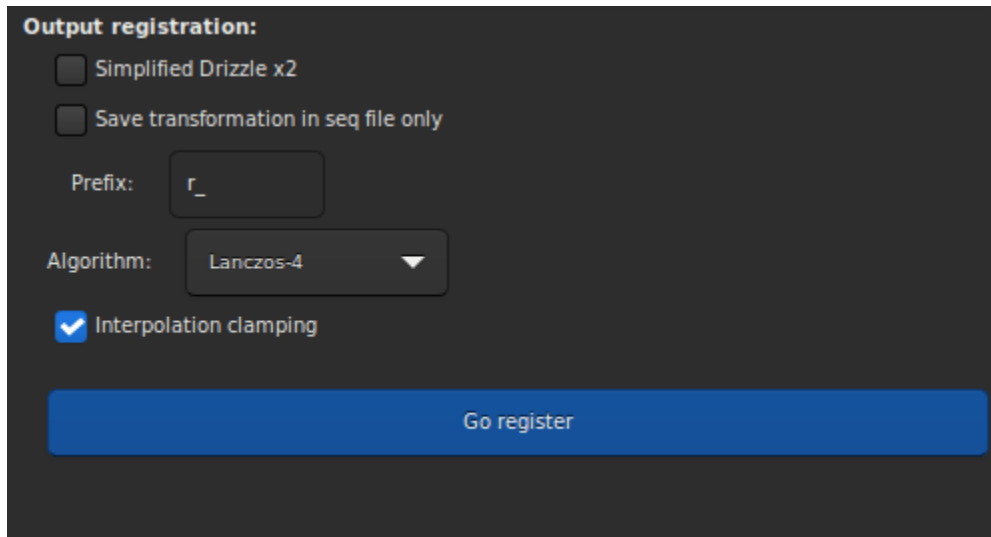
Die besten Bilder der Sequenz können mit Hilfe der Filterargumente gestackt werden. Jedes dieser Argumente kann schlechte Bilder auf der Grundlage einer Eigenschaft, die ihrem Namen entspricht, aus den Registrierungsdaten mit einem der drei Typen von Argumentwerten entfernen:

- a numeric value for the worse image to keep depending on the type of data used (between 0 and 1 for roundness and quality, absolute values otherwise),
- a percentage of best images to keep if the number is followed by a % sign,
- or a k value for the k.sigma of the worse image to keep if the number is followed by a k sign.

Es ist auch möglich, manuell ausgewählte Bilder zu verwenden, entweder zuvor über die grafische Benutzeroberfläche oder mit den Befehlen select oder unselect, unter Verwendung des Arguments **-filter-included**.

8.3.3 Ausgabe Registrierung

Dieser Bereich enthält alle Einstellungen für die Ausgabe der Sequenz.



- Die Schaltfläche *Vereinfachtes 2x Drizzlen* aktiviert den vereinfachten Drizzle-Algorithmus für die Verarbeitung dieser Sequenz. Eine Hochskalierung (x2) wird auf das registrierte Bild oder während des Stackings angewandt, je nachdem, welche Registrierung gewählt wurde, was zu Bildern mit höherer Auflösung führt. Diese Option ist für unterabgetastete Bilder (Undersampling) geeignet, d.h. wenn die Brennweite des Teleskops zu kurz für die Pixelgröße ist. Man kann davon ausgehen, dass das System unter-abgetastet ist, wenn FWHM kleiner als 2 Pixel ist. Der korrekte Name dieser Methode sollte Super-Resolution-Stacking lauten, aber zum besseren Verständnis haben wir sie *Vereinfachtes 2x Drizzle* genannt.

Warnung: Der Nachteil zu dieser Technik ist, dass die Menge an Speicher und Festplattenplatz, die für die Erstellung und Verarbeitung von Drizzle-Bildern benötigt wird, mit dem Quadrat des Drizzle-Faktors multipliziert wird.

- Wenn die Schaltfläche *Nur Transformation in der Sequenzdatei speichern* aktiviert ist, werden die transformierten Bilder nicht als neu registrierte Sequenz gespeichert. In beiden Fällen werden die Transformationsmatrizen in der Sequenzdatei gespeichert. Die Registrierungsdaten können dann überprüft und einige Bilder ausgewählt werden, bevor die Transformationen mit der Methode "Vorhandene Registrierung anwenden" angewendet werden. Diese Option wird automatisch für Alignment-Methoden aktiviert, die *nur* Shift-Registrierungsdaten erzeugen. Wenn diese Option nicht aktiviert ist, kann ein Präfix für die neu zu erstellende Sequenz definiert werden. Standardmäßig ist dies `r_`.
- Wenn eine neue Sequenz erstellt wird, auf die eine vollständige Transformation angewendet wird, werden die Pixel der resultierenden Bilder mit einem Algorithmus interpoliert, der dem Benutzer überlassen wird. Es gibt 5 mögliche Interpolationsalgorithmen sowie die Option **Keine**:
 - Nächster Nachbar
 - Bilinear
 - Bikubisch
 - Pixel zu Fläche Verhältnis
 - Lanczos-4
 - Keine

Die effizientesten Interpolationsmethoden sind im Allgemeinen bikubisch und Lanczos (standardmäßig verwendet). Sie erfordern jedoch in der Regel die Aktivierung der Option *Interpolation* mit der eine Begrenzung der Interpolation aktiviert wird, um Ring-Artefakte um die Sterne zu vermeiden. Letztere kann jedoch in manchen Fällen nutzlos sein. Wir empfehlen Ihnen, es mit Ihren Bildern zu testen.

Der Sonderfall **Keine** ist für den Fall der globalen Registrierung und Vorhandene Registrierung anwenden reserviert. Wenn Sie eine Sequenz exportieren oder speichern möchten, die nur eine Verschiebung enthält, ohne eine Interpolation zu verwenden (um die Pixelwerte nicht zu verändern), sollten Sie **Keine** wählen.

- Die letzte Option *Registrierungsdaten sammeln*, muss angekreuzt werden, wenn die neuen Registrierungsdaten zu den vorherigen hinzugefügt werden sollen. Diese Option ist nützlich, wenn die Sequenz zuvor mit einer Methode ausgerichtet wurde, die keine neue Sequenz erstellt, sie sollte jedoch deaktiviert werden, wenn der Komet/Asteroid-Algorithmus mehrmals angewendet wird.

8.3.4 Quellenverzeichnis

8.4 Stacking

Der letzte Schritt der Vorverarbeitung mit Siril ist das Stacken der Bilder. Stacking ist eine Technik, die in der Astrofotografie verwendet wird, um die Qualität und Detailgenauigkeit eines Bildes zu verbessern, indem mehrere Fotos zu einem einzigen zusammengesetzten Bild kombiniert werden. Bei diesem Verfahren werden mehrere Bilder desselben Objekts aufgenommen und anschließend ausgerichtet und gemittelt, um das Rauschen zu reduzieren und das Signal-Rausch-Verhältnis zu erhöhen. Das Ergebnis ist ein endgültiges Bild, das weniger Rauschen, mehr Details und einen größeren Dynamikbereich aufweist als eine Einzelbelichtung.

8.4.1 Stackingmethoden

Summenstacking

Dies ist der einfachste Algorithmus: Jedes Pixel im Stack wird summiert. Der Anstieg des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) ist proportional zu \sqrt{N} , wobei N die Anzahl der Bilder ist. Aufgrund der fehlenden Normalisierung und Ausreißerbehandlung sollte diese Methode nur für die Verarbeitung von Planetenbildern verwendet werden.

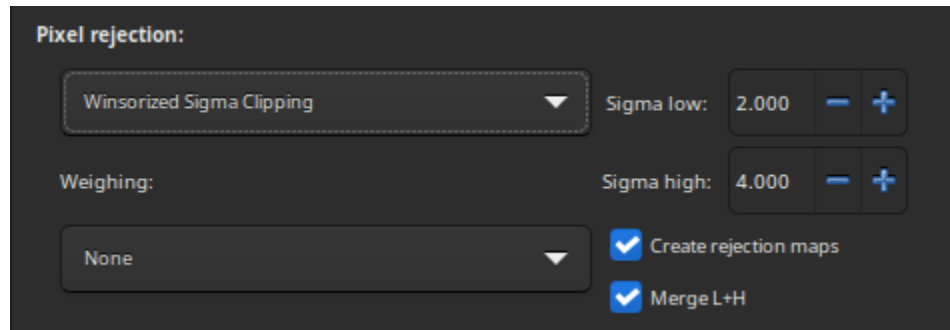
Bei 8- oder 16-Bit-Eingabebildern pro Kanal wird die Summe in einer 64-Bit-Ganzzahl gebildet, bevor sie auf den maximalen Pixelwert normalisiert und als vorzeichenlose 16-Bit-Ganzzahl oder 32-Bit-Fließkommazahl gespeichert wird.

Diese Stackingmethode sollte für 8-Bit-Eingabebilder verwendet werden, da sie die Dynamik der Bilder während des Stackings erhöht und die Details erkennbar macht. Das Stacken mit einer Mittelwert- oder Median-Methode würde bei einer solchen Sequenz nur das Rauschen verringern, aber nicht die Dynamik des Bildes verbessern, das Ergebnis wäre immer noch 8 Bit tief.

Durchschnittswert-Stacking mit Ausschluss

Bei dieser Stapelmethode wird ein Mittelwert der Pixel in einem Stapel berechnet, nachdem abweichende Pixel ausgeschlossen wurden und eine optionale Normalisierung der Bilder gegenüber dem Referenzbild vorgenommen wurde. Wie beim Summenstacking ist die Verbesserung des SNR proportional zu \sqrt{N} . Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Bilder zu normalisieren und abweichende Pixel zu erkennen und zu ersetzen bzw. auszuschließen, die im Folgenden erläutert werden.

Warnung: Einige Betriebssysteme begrenzen die Anzahl der Bilder, die gleichzeitig geöffnet werden können, was für Median- oder Mean-Stacking-Methoden erforderlich ist. Unter Windows liegt die Grenze bei 2048 Bildern. Wenn Sie sehr viele Bilder haben, sollten Sie eine andere Art von Sequenz verwenden, die [hier](#) beschrieben wird.



Pixelausschlussmethoden

- **Perzentil Clipping:** Dies ist ein einstufiger Ablehnungsalgorithmus, der ideal für kleine Datensätze (bis zu 6 Bilder) ist.
- **Sigma Clipping:** Hierbei handelt es sich um einen iterativen Algorithmus, der Pixel ausschließt, deren Abstand zum Median am weitesten von zwei vorgegebenen Werten in Sigma-Einheiten (σ low, σ high) entfernt ist.
- **MAD-Clipping:** Hierbei handelt es sich um einen iterativen Algorithmus, der wie Sigma Clipping funktioniert, mit dem Unterschied, dass als Abschätzung die absolute Medianabweichung (MAD) verwendet wird. Dieser Algorithmus wird im Allgemeinen für die Verarbeitung verrauschter Infrarotbilder verwendet.

- **Median-Sigma-Clipping:** Dies ist derselbe Algorithmus wie Sigma Clipping, mit dem Unterschied, dass die abgelehnten Pixel durch den Medianwert des Stacks ersetzt werden.
- **Winsorized Sigma Clipping:** Diese Methode ist der Methode Sigma Clipping sehr ähnlich, nur dass sie robuster bei der Erkennung von Ausreißern sein soll, siehe Hubers Arbeit [[Peter2009](#)].
- **Generalisierter extrem studentisierter Abweichungstest (Generalized Extreme Studentized Deviate Test)** [[Rosner1983](#)]: Hierbei handelt es sich um eine Verallgemeinerung des Grubbs-Tests, der dazu dient, einen oder mehrere Ausreißer in einem univariaten Datensatz zu erkennen, der einer annähernden Normalverteilung folgt. Dieser Algorithmus zeigt hervorragende Leistungen bei großen Datensätzen mit mehr als 50 Bildern.
- **Linear Fit Clipping** [[ConejeroPI](#)]: Er passt die beste gerade Linie ($y = ax + b$) des Pixelstacks an und verwirft Ausreißer. Dieser Algorithmus funktioniert sehr gut bei großen Stapeln und Bildern, die Himmelsgradienten mit unterschiedlichen räumlichen Verteilungen und Ausrichtungen enthalten.

Pixelausschlusskarten

Die Option *Ausschlusskarte (Rejection Map) erstellen* berechnet und erstellt während des Stackings Rejection Maps. Dies sind Bilder, die zeigen, wie viele Bilder für jedes Pixel des Ergebnisbildes zurückgewiesen wurden, geteilt durch die Anzahl der gestapelten Bilder. Wenn *L+H zusammenführen* angekreuzt ist, erstellt Siril nur eine Rejection Map, die die Summe der Low und High Maps ist.

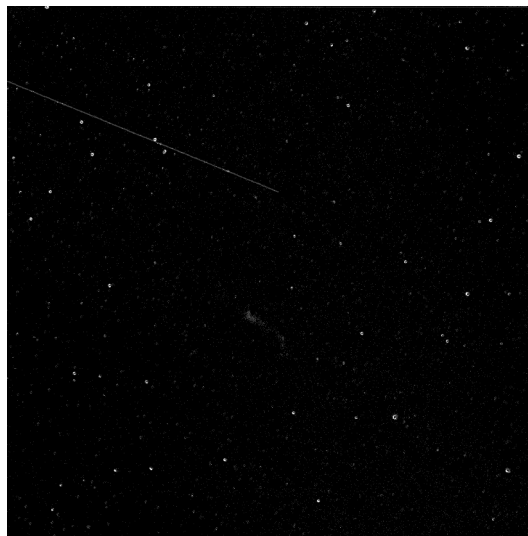


Abb. 26: Beispiel einer Ausschlusskarte (L+H). Wir können sehr deutlich die Spur eines entfernten Satelliten erkennen.

Bilder filtern/gewichten

Die Gewichtung ermöglicht es, jedem Bild ein statistisches Gewicht zuzuweisen. Auf diese Weise tragen die Bilder, die als die besten gelten, mehr bei als die, die als die schlechtesten gelten. Es gibt vier Methoden der Gewichtung:

- **Anzahl Sterne** gewichtet einzelne Bilder auf der Basis der Anzahl berechneten Sterne während der Registrierung.
- **Gewichtetes FWHM** gewichtet einzelne Frames basierend auf dem wFWHM-Wert, der während des Registrierungsschritts berechnet wurde. Dies ist ein FWHM, gewichtet mit der Anzahl der Sterne im Bild. Bei gleichem FWHM-Wert hat ein Bild mit mehr Sternen ein besseres wFWHM als ein Bild mit weniger Sternen.
- **Rauschen** gewichtet die Bilder auf der Basis des Hintergrundrauschens.

- **Anzahl der Bilder** gewichtet einzelne Bilder auf der Basis der Integrationszeit.

Median Stacking

Diese Methode wird meist für Dark/Flat/Bias-Stacking verwendet. Der Medianwert der Pixel im Stapel wird für jedes Pixel berechnet.

Der Gewinn des Signal-Rauschverhältnisses ist proportional zu $0.8\sqrt{N}$ und ist damit geringer als beim Durchschnitts-Stacking, welches generell zu bevorzugen ist.

Pixel Maximum Stacking

Dieser Algorithmus wird hauptsächlich für die Erstellung von Sternenspurenbildern (Star Trail Images) mit langer Belichtungszeit verwendet. Die Pixel des Bildes werden durch Pixel an denselben Koordinaten ersetzt, wenn die Intensität größer ist.

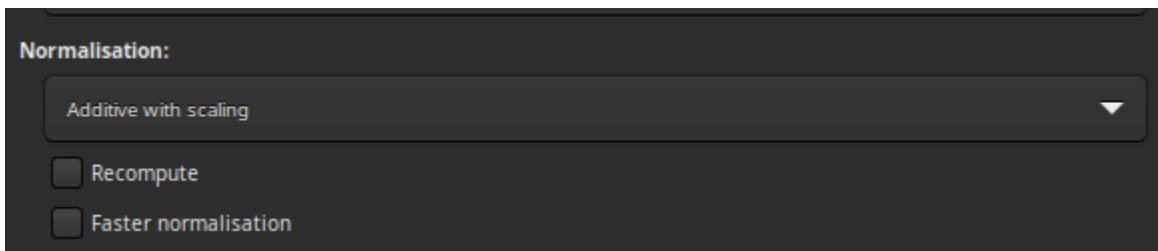
Pixel Minimum Stacking

Dieser Algorithmus wird hauptsächlich zum Beschneiden von Sequenzen verwendet, indem schwarze Ränder entfernt werden. Die Pixel des Bildes werden durch Pixel an denselben Koordinaten ersetzt, wenn die Intensität geringer ist.

8.4.2 Methoden zur Eingangsnormalisierung

Durch die Normalisierung werden die Helligkeitswerte der einzelnen Bilder an das Referenzbild angepasst. Dies ist besonders nützlich für das Durchschnittswert-Stacking mit Ausschluss, da die Ablehnung von Pixeln, wenn die Bilder Helligkeitsunterschiede aufweisen, nicht sehr sinnvoll ist. Diese Abweichungen können durch leichten Nebel/Wolken, durch den Mond oder die Lichter der Stadt verursachte Lichtgradienten, Temperaturschwankungen des Sensors usw. verursacht werden.

Dadurch wird das Signal-Rausch-Verhältnis tendenziell verbessert, weshalb diese Option bei der additiven Normalisierung standardmäßig verwendet wird.



Wenn einer dieser 5 Punkte ausgewählt wird, wird vor dem Stacking ein Normalisierungsprozess auf alle Eingabebilder angewendet.

- Die Normalisierung entspricht dem mittleren Hintergrund aller Eingangsbilder und wird dann durch Multiplikation oder Addition verarbeitet. Beachten Sie, dass beide Verfahren im Allgemeinen zu ähnlichen Ergebnissen führen, aber die multiplikative Normalisierung wird für Bilder bevorzugt, die zur Multiplikation oder Division als Flatfield verwendet werden sollen.
- Die Skalierung entspricht der Streuung durch Gewichtung aller Eingangsbilder. Dadurch wird das Signal-Rausch-Verhältnis tendenziell verbessert, weshalb diese Option standardmäßig mit der additiven Normalisierung verwendet wird.

Normalisierung	Operation	Anwendungsfall
Keine	Es wird keine Normalisierung angewendet.	Dark/Bias-Frames
Additiv	Mittelere Hintergrundwerte werden durch die Anwendung additiver Operationen angeglichen.	
Multiplikativ	Eine Division wird benutzt um die mittleren Hintergrundwerte anzugleichen.	Flat-Frames
Additiv + Skalierung.	In Kombination mit dem additiven Hintergrund durch additives Matching werden die Bilder skaliert, um eine Dispersionsanpassung zu erreichen.	Light-Frames
Multiplikativ + Skalierung.	In Kombination mit der Hintergrundanpassung durch Division werden die Bilder skaliert, um eine Dispersionsanpassung zu erreichen.	

Bemerkung: Die Bias- und Dark-Master sollten nicht mit Normalisierung verarbeitet werden. Bei Flat-Field-Bildern muss jedoch eine multiplikative Normalisierung durchgeführt werden.

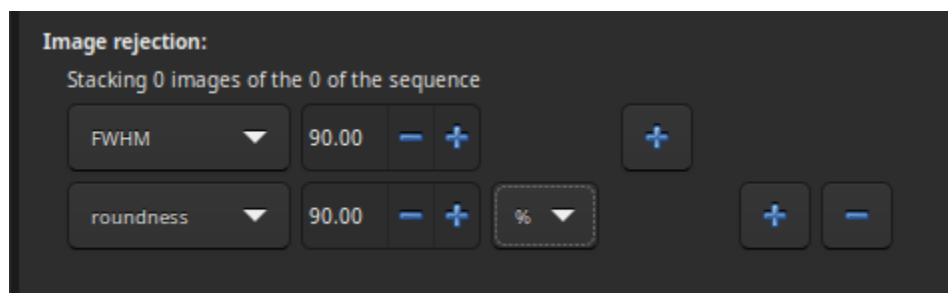
Beachten Sie, dass beide Verfahren im Allgemeinen zu ähnlichen Ergebnissen führen, aber die multiplikative Normalisierung wird für Bilder bevorzugt, die zur Multiplikation oder Division als Flat verwendet werden sollen.

Da der Schritt der Normalisierungsberechnung in der Regel langwierig ist, da er die Ermittlung aller statistischen Daten des Bildes erfordert, werden die Ergebnisse in der Datei `seq` gespeichert. Auf diese Weise kann der Benutzer, wenn er ein weiteres Stacking durchführen möchte, indem er die Ablehnungsparameter ändert, die Berechnung schneller durchführen. Die Option *Recompute* erlaubt es, die Neuberechnung der Normalisierung zu erzwingen.

Standardmäßig verwendet Siril zur Berechnung der Normalisierung IKSS-Schätzer für Ort und Maßstab. Bei langen Sequenzen kann die Berechnung dieser Schätzer recht aufwendig sein. In solchen Fällen können Sie mit der Option *Schnellere Normalisierung* schnellere Schätzer (basierend auf dem Median und der absoluten Medianabweichung) wählen. Diese sind zwar weniger widerstandsfähig gegen Ausreißer in den einzelnen Bildern, können aber dennoch ein zufriedenstellendes Ergebnis liefern, wenn man sie mit einer Berechnung ohne Normalisierung vergleicht.

8.4.3 Bilder ausschließen

Es ist auch möglich, eine bestimmte Anzahl von Bildern auszuschließen, um nur die besten Bilder auszuwählen. Dies kann für Lucky-DSO-Techniken sehr nützlich sein, wenn die Anzahl der Bilder in einer Sequenz sehr hoch ist. Man kann zwischen % und $k\sigma$ wählen, um entweder einen bestimmten Prozentsatz der Bilder zu behalten oder den zulässigen Schwellenwert mit Hilfe von $k\sigma$ zu berechnen.



Es sind mehrere Kriterien verfügbar:

- **Alle:** Alle Bilder der Sequenz werden im Stapel verwendet.

- **Ausgewählter Bereich:** nur Bilder verwenden, die in der Sequenz nicht ausgewählt wurden.
- **FWHM:** Bilder mit der besten berechneten FWHM (nur sternbasierte Registrierung).
- **gewichtete FWHM:** Dies ist eine Verbesserung der einfachen FWHM. Sie ermöglicht es, viel mehr fehlerhafte Bilder auszuschließen, indem sie die Anzahl der erkannten Sterne im Vergleich zum Referenzbild verwendet (Nur bei sternbasierter Registrierung).
- **Rundheit:** Bilder mit der besten Sternrundheit (nur sternbasierte Registrierung).
- **Hintergrund:** Bilder mit den niedrigsten Hintergrundwerten (nur sternbasierte Registrierung).
- **nb Sterne:** Bilder mit der höchsten Anzahl von erkannten Sternen (nur sternbasierte Registrierung).
- **Qualität:** Bilder mit der besten Qualität (planetarische DFT- oder Kombat-Registrierungen).

8.4.4 Stacking Ergebnis

- Wenn *Ausgabe Normalisierung* angekreuzt ist, wird das endgültige Bild im Bereich [0, 1] normalisiert, wenn Sie im 32-Bit-Format arbeiten, oder sonst im Bereich [0, 65535].

Warnung: Diese Option sollte beim Master-Stacking nicht aktiviert werden.
--

- Wenn *RGB-Gewichtung* aktiviert ist, werden die Kanäle im endgültigen Bild ausgeglichen (nur Farbbilder).
- Das Stacking-Ergebnis wird unter dem im Textfeld angegebenen Namen gespeichert. Es ist möglich, *Pfadparsing* zu verwenden, um den Dateinamen zu erstellen. Ein Klick auf die Schaltfläche *Überschreiben* erlaubt es der neu erstellten Datei, die alte zu überschreiben, falls sie existiert. Wenn letzteres nicht angekreuzt ist, aber bereits ein Bild mit demselben Namen existiert, wird keine neue Datei erstellt.

8.4.5 Quellenverzeichnis

In diesem Abschnitt werden Sie durch die verschiedenen Bearbeitungsschritte Ihrer Bilder geführt. Das Dropdown-Menü ist von der oberen Leiste aus über die Schaltfläche *Bildbearbeitung* erreichbar. Die Werkzeuge sind im Menü, und auch in dieser Dokumentation, nach Themen gruppiert.

9.1 Stretching der Bilder

Die Bilder werden als Pixelwerte gespeichert, die von der Kamera kommen und einer quasi-linearen Gesetzmäßigkeit folgen. Das bedeutet, dass für Bereiche des Himmels, die keine sichtbaren Merkmale aufweisen, der Pixelwert nahe bei Null liegt, während er für helle Objekte wie Sterne je nach Belichtung und Verstärkung nahe bei einem Maximalwert liegt. Wenn ein Nebel eine Oberflächenhelligkeit hat, die halb so groß ist wie die eines Sterns, hat er Pixelwerte, die halb so groß sind wie die des Sterns, und so weiter. Dies ist der so genannte lineare Pixelmodus.

Das menschliche Auge sieht Photonen nicht auf die gleiche Weise. Es verstärkt dunkle Bereiche, so dass ein Objekt, das vielleicht ein Zehntel so hell ist wie ein anderes, nur halb so hell erscheint. In der Astronomie werden Bilder in der Regel mit einer ähnlichen Pixelwert-Skalierung angezeigt (siehe Anzeigemodi in der grafischen Benutzeroberfläche).

Es handelt sich jedoch nur um einen Anzeigetrick, bei dem eine Bildschirmübertragungsfunktion verwendet wird, um die Pixelwerte des unveränderten Bildes in besser aussehende Bilder umzuwandeln.

Beim Stretching geht es darum, etwas Ähnliches zu tun, indem die Pixelwerte von Bildern geändert werden, anstatt nur ihre Darstellung zu verändern. Siril verfügt über drei Hauptwerkzeuge, um dies zu erreichen.

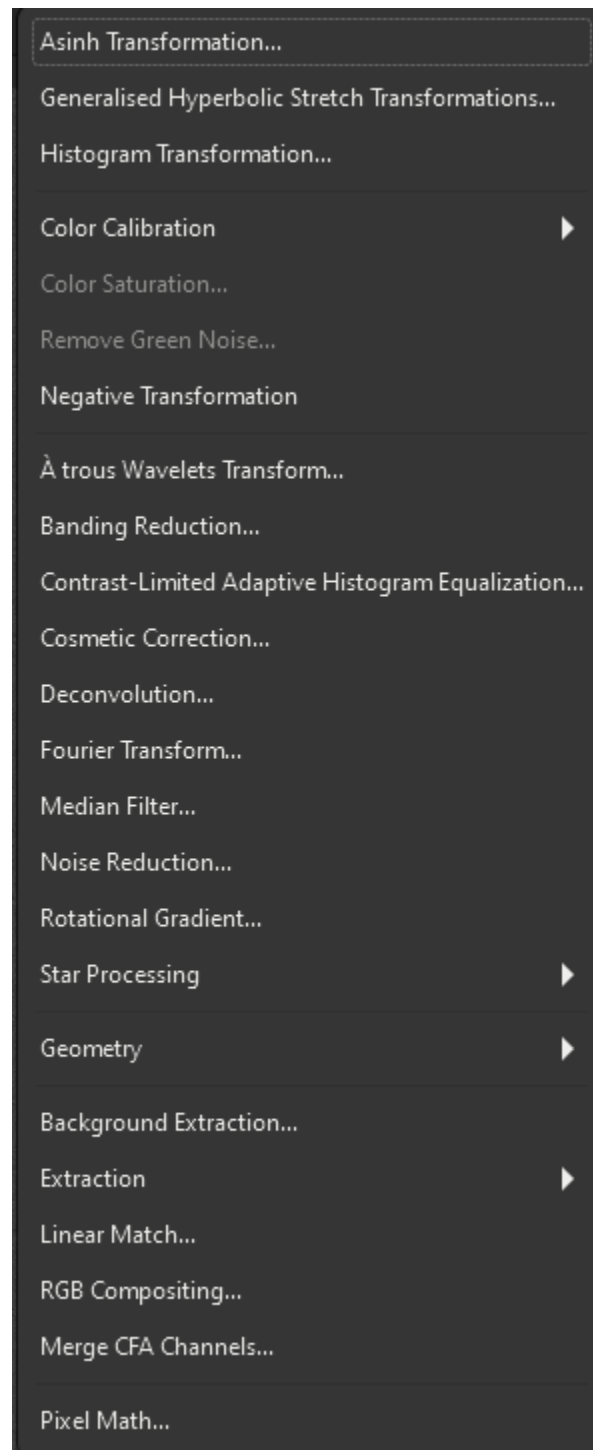


Abb. 1: Bildverarbeitungsменю

9.1.1 Asinh-Transformation

Die asinh-Transformation (inverser hyperbolischer Sinus) verändert die Pixelwerte des Bildes in ähnlicher Weise wie die asinh-Pixelskalierungsfunktion, die durch die Schieberegler für niedrige und hohe Werte parametrisiert wird. Hier sind die Parameter der Streckungsfaktor und der Schwarzpunktwert.

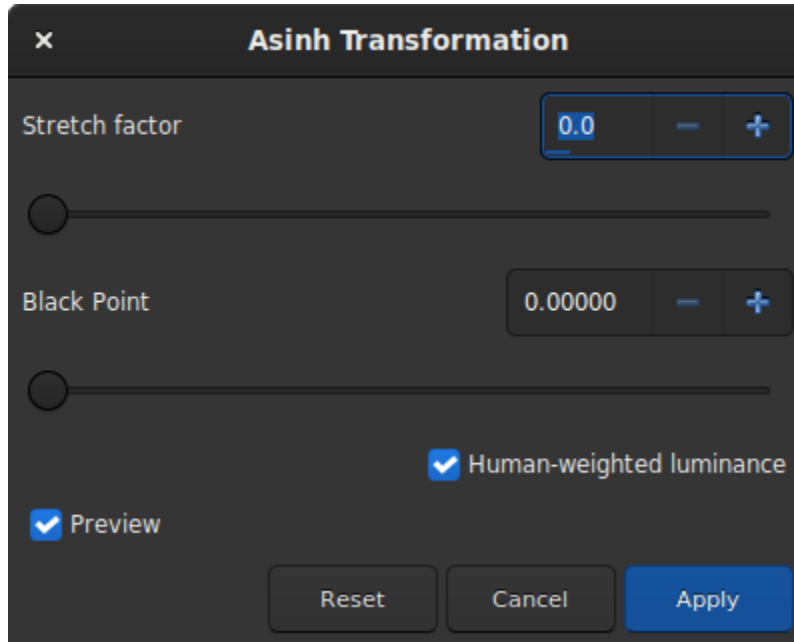


Abb. 2: Dialogbox der Asinh-Transformation

Bei monochromen Bildern werden die Pixelwerte nach der folgenden Funktion geändert:

$$\text{Pixel} = \frac{(\text{Original} - \text{Schwarzpunkt}) \times \text{Asinh}(\text{Original} \times \text{Streckung})}{\text{Original} \times \text{Asinh}(\text{Streckung})}$$

Für Farbbilder lautet die Funktion:

$$\text{pixel} = \frac{(\text{original} - \text{blackpoint}) \times \text{asinh}(\text{rgb_original} \times \text{stretch})}{\text{rgb_original} \times \text{asinh}(\text{stretch})}$$

wobei rgb_original unter Verwendung der Pixelwerte der drei Kanäle berechnet wird.

Theorie

As rgb_original is an average of the 3 channels, one or two channel values will be greater than rgb_original and can therefore clip. This can cause color artefacts when bright, strongly-colored regions are stretched. In order to avoid this problem the RGB blend clipping algorithm is used. This was devised by the same authors as the Generalised Hyperbolic Stretch transforms. The (r, g, b) values are stretched first based on the luminance value rgb_original to give (r', g', b') . Then the original (r, g, b) values are independently stretched to give (r'', g'', b'') . Finally the largest value of k is identified such that

$$k \times r' + (1 - k) \times r'' \leq 1;$$

$$k \times g' + (1 - k) \times g'' \leq 1;$$

und

$$k \times b' + (1 - k) \times b'' \leq 1$$

Dann werden die transformierten Werte wie folgt berechnet

$$(k \times r' + (1 - k) \times r'', k \times g' + (1 - k) \times g'', k \times b' + (1 - k) \times b'')$$

Dieser Algorithmus zum Beschneiden von RGB-Überblendungen wird auch für die weiter unten beschriebenen Generalisierten Hyperbolischen Streckungstransformationen verwendet.

Wenn die Option RGB-Arbeitsraum verwenden nicht aktiviert ist, ist `rgb_original` der Mittelwert der drei Pixelwerten; wenn sie gesetzt ist, ändert sich die Abwägung auf 0,2126 für den Rotwert, 0,7152 für den Grünwert und 0,0722 für den Blauwert, was die Ergebnisse näher an eine neutrale Farbbalance bringt.

Siril Kommandozeile

```
asinh [-human] stretch [offset]
```

Streckt das Bild mit Hilfe einer hyperbolischen Arcin-Transformation, um schwache Objekte anzuzeigen. Das obligatorische Argument **stretch**, typischerweise zwischen 1 und 1000, definiert die Stärke der Streckung. Der Schwarzpunkt kann durch Angabe des optionalen **offset**-Argumentes im Bereich normalisierter Pixelwerte [0, 1] verschoben werden. Schließlich ermöglicht die option **-human** die Verwendung einer Gewichtung der Lichtempfindlichkeit des menschlichen Auge zur Berechnung der Streckung, statt des einfachen Mittelwertes der Pixelwerte des Kanals. Diese Streckmethode bewahrt die Helligkeit aus dem L*a*b Farbraum

9.1.2 Transformation Mitteltonübertragungsfunktion (MTF)

MTF ist eines der leistungsfähigsten Werkzeuge zum Strecken des Bildes. Sie kann leicht automatisiert werden, und deshalb wird sie auch in der automatisch gestreckten Ansicht verwendet.

Das Werkzeug wird in Form eines Histogramms mit 3 Schieberegler (in Form von Dreiecken unter dem Histogramm) dargestellt, die wir bewegen müssen, um das Bild zu verändern. Das Dreieck auf der linken Seite steht für den Schattenpunkt, das Dreieck auf der rechten Seite für die Lichter und das Dreieck in der Mitte für die Mitteltonbalance. Die Werte dieser Schieberegler werden unterhalb des Histogramms auf der linken Seite angezeigt und können direkt von Hand verändert werden. Auf der anderen Seite steht der Prozentsatz der Pixel, die durch die Transformation abgeschnitten werden: Es ist wichtig, nicht zu viele Pixel abzuschneiden. Wenn nur der Parameter für die Mitteltöne geändert wird, kann kein Pixel abgeschnitten werden.

Theorie

Die neuen Pixelwerte werden dann mit dieser Funktion berechnet:

$$\text{MTF}(x_p) = \frac{(m - 1)x_p}{(2m - 1)x_p - m}. \quad (9.1)$$

- For $x_p = 0$, $\text{MTF} = 0$,
- for $x_p = m$, $\text{MTF} = 0.5$,
- for $x_p = 1$, $\text{MTF} = 1$,

wobei x_p der Pixelwert ist wie folgt

$$x_p = \frac{\text{original} - \text{shadows}}{\text{highlights} - \text{shadows}}. \quad (9.2)$$

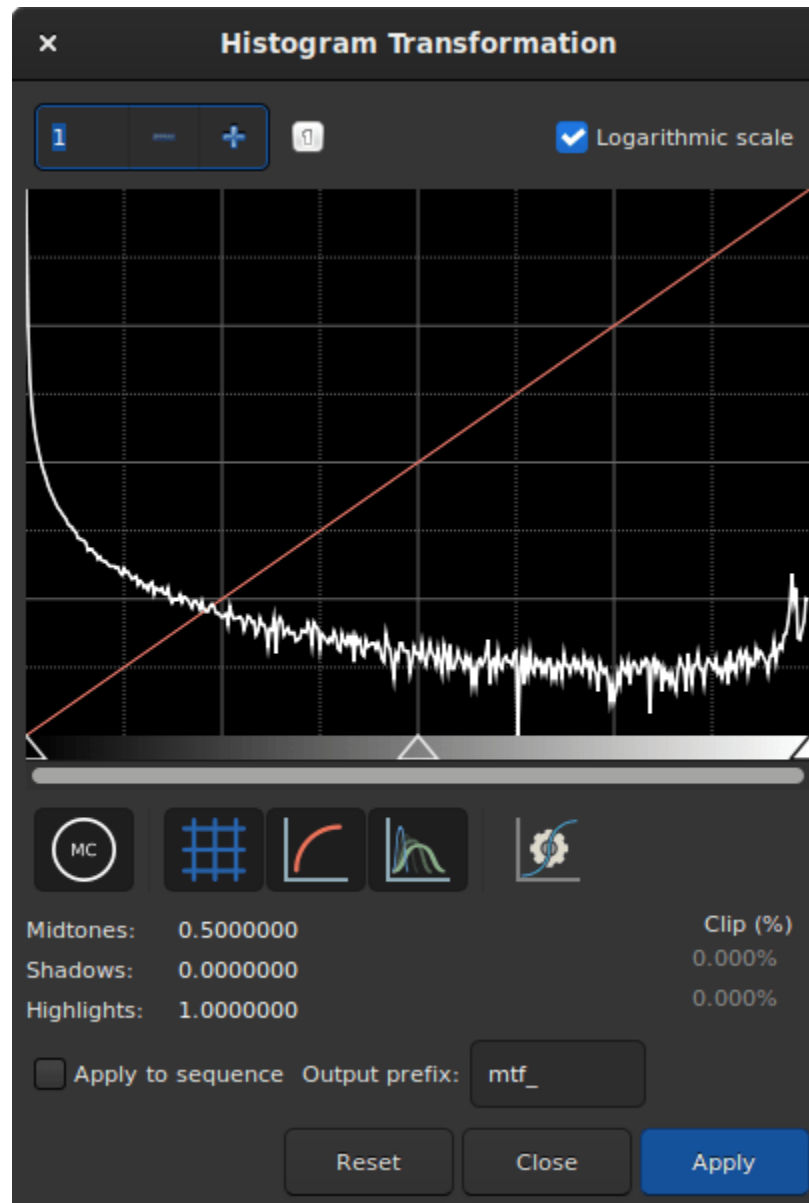



Abb. 3: Dialogbox der Histogramm-Transformation

Bemerkung: Es wird im Allgemeinen nicht empfohlen, den Wert der Lichter zu ändern, da diese sonst gesättigt werden und Informationen verloren gehen.

Die Symbolleiste enthält zahlreiche Schaltflächen, die die Darstellung des Histogramms beeinflussen. Sie können wählen, ob Sie das Eingangshistogramm, das Ausgangshistogramm, die Übertragungskurve oder das Gitter anzeigen möch-

ten. Die Schaltfläche  ermöglicht es Ihnen, die gleiche Transformation wie der Autostretch-Algorithmus anzuwenden. Es ist selten ratsam, diese Schaltfläche unverändert zu verwenden. In der Regel sind Anpassungen erforderlich, um Informationsverluste zu vermeiden. Am oberen Rand des Histogramms können Sie auch wählen, ob das Histogramm in logarithmischer Darstellung angezeigt werden soll, wie in der Abbildung dargestellt. Dieses Verhalten kann als Standard eingestellt werden, wie [hier](#) erklärt wird. Schließlich ist ein Zoom in X verfügbar. Dies ist sehr nützlich, wenn das gesamte Signal auf der linken Seite des Histogramms konzentriert ist.

Siril Kommandozeile

```
mtf low mid high [channels]
```

Wendet die Mittelton-Übertragungsfunktion auf das aktuell geladene Bild an.

Es werden drei Parameter benötigt: **low**, **midtones** und **high**, wobei der Parameter für die Mitteltonbalance eine nichtlineare Histogrammstreckung im Bereich [0,1] definiert. Für eine automatische Ermittlung der Parameter siehe AUTOSTRETCH.

Optional kann der Parameter **[channels]** verwendet werden, um die Kanäle anzugeben, auf die die Streckung angewendet werden soll: dies können R, G, B, RG, RB oder GB sein. Die Standardeinstellung ist alle Kanäle

Verweise: [autostretch](#)

Bemerkung: mtf ist auch eine Funktion, die in dem Werkzeug [PixelMath](#) verwendet werden kann.

Siril Kommandozeile

```
autostretch [-linked] [shadowclip [targetbg]]
```

Streckt das aktuell geladene Bild mit unterschiedlichen Parametern für jeden Kanal (nicht verknüpft), sofern nicht **-linked** übergeben wird. Argumente sind optional, **shadowclip** ist der Schatten-Beschneidungspunkt, gemessen in Sigma-Einheiten von der Spitze des Haupthistogramms (Der Defaultwert ist -2,8), **targetbg** ist der Ziel-Hintergrundwert, der dem Bild seine endgültige Helligkeit gibt. Bereich [0, 1], Defaultwert ist 0,25. Die Defaultwerde werden in der Auto-Stretch-Funktion der grafischen Benutzeroberfläche benutzt.

Verwenden Sie nach der Farbkalibrierung nicht die nicht verknüpfte Version, da sie den Weißabgleich verändert

Anwendung der Transformation auf die Sequenz

Diese Transformation kann leicht auf eine Sequenz angewendet werden. Sie müssen nur die Transformation für das geladene Bild (mit einer bereits geladenen Sequenz) definieren, dann die Schaltfläche *Auf Sequenz anwenden* aktivieren und das Ausgabepräfix der neuen Sequenz (standardmäßig `mtf_`) definieren, oder den folgenden Befehl verwenden:

Siril Kommandozeile

```
seqmtf sequencename low mid high [channels] [-prefix=]
```

Derselbe Befehl wie MTF, aber für die Sequenz **sequencename**.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "mtf_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweis: *mtf*

9.1.3 Verallgemeinerte hyperbolische Streckungstransformationen (Generalised Hyperbolic Stretch/GHS)

Dies ist das leistungsfähigste und modernste Werkzeug von Siril, aber auch das am schwierigsten zu erlernende. Eine sehr ausführliche Anleitung für dieses Tool in Siril wurde von den Autoren dieses Algorithmus geschrieben: <https://siril.org/tutorials/ghs>. Wir werden hier nur die grundlegende Funktionsweise dieses Tools zusammenfassen.

Einfach ausgedrückt, kann das GHS den Kontrast eines Helligkeitsbereichs in einem Bild verbessern. Wenn man zum Beispiel die Details im mittleren bis hohen Helligkeitsbereich eines Nebels (der im Allgemeinen in einem Astrobild sehr schwach ist) besser sehen möchte, kann man nur diesen Bereich für die Streckung auswählen. Es ist sehr gut geeignet, den Kontrast von Hauptobjekten zu verbessern, ohne dass die Sterne zu groß werden. Das Werkzeug basiert auf einer iterativen Anwendung, d. h. es werden nacheinander alle Helligkeitsbereiche des Bildes durch kleine Eingriffe gestreckt.

Um dies zu erreichen, stützt sich das Werkzeug in hohem Maße auf die Anzeige und Interaktion von Histogrammen für jeden Farbkanal. Die Transformationsfunktion, die die Form einer Hyperbel oder eines "S" hat, kann durch Verschieben ihres Zentrums (Parameter **SP** - Symmetriepunkt), durch Abflachen eines ihrer Enden (mit **Schatten-Schutzpunkt (SP)** und **Lichter-Schutzpunkt (HP)**) und natürlich durch ihre Verdrehung (Faktoren **D** und **b** für die lokale Dehnung) verändert werden. Die Manipulation dieser Parameter an einem kleinen Bild (für die Geschwindigkeit) mit einem **SP**-Wert von 0,5 wird Ihnen helfen, ihre Wirkung zu verstehen.

Bei jeder Iteration gibt es zwei Hauptoperationen: die Auswahl des zu ändernden Helligkeitsbereichs und die eigentliche Änderung des Bereichs. Die Auswahl des Bereichs ist recht einfach, es geht darum, einen repräsentativen Wert (**SP**) zu finden und die Breite des Bereichs (**b**) zu definieren. Die Einstellung von **SP** kann auf drei Arten erfolgen:

- Auswahl eines Bereichs mit ähnlicher Helligkeit im Bild und Klicken auf die Schaltfläche "Pipette"
- Anklicken des Histogramms mit der linken Maustaste (es ist möglich, das Histogramm mit Hilfe der Schaltfläche + oben links zu vergrößern)
- mit dem Cursor oder den zugehörigen Plus- und Minus-Tasten oder der direkten Eingabe eines Wertes.

Die Breite des Bereichs hängt von der lokalen Dehnung ab. Ein hoher Wert von **b** ergibt einen kleinen Bereich und erhöht den Kontrast in einem kleinen Helligkeitsbereich des Bildes.

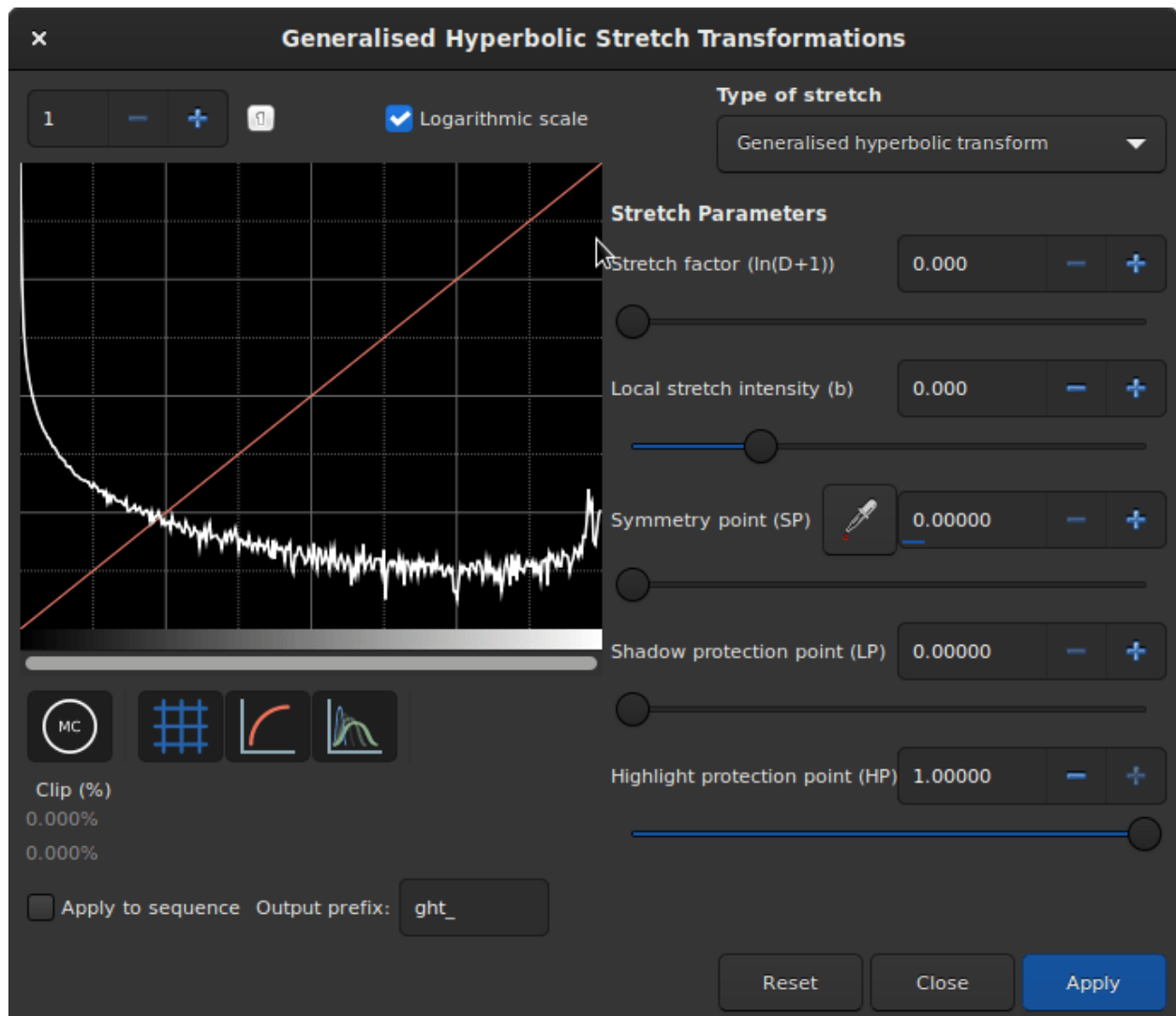


Abb. 4: Dialogbox für die Allgemeine Hyperbolische Streckung

Die Änderung des Histogramms, nachdem der Ort der Änderung festgelegt wurde, ist ein komplexerer Vorgang. Ein von den Autoren des Algorithmus vorgegebenes Ziel ist es, die logarithmische Ansicht des Histogramms (aktiviert durch Ankreuzen des Kästchens) so nah wie möglich an eine abfallende Linie heranzuführen. Zu diesem Zweck müssen Unebenheiten beseitigt und Täler aufgefüllt werden. Im Folgenden finden Sie eine kurze Übersicht über die zu verwendenden Werte, je nachdem, was erreicht werden soll:

- **Anfängliche Streckung von linear:** **SP** leicht links vom Hauptpeak einstellen, **b** Wert von 6 und höher modellieren, **D** leicht erhöhen, nur um das Hauptobjekt zu sehen. Dehnen Sie zu diesem Zeitpunkt nicht zu sehr, wie es ein Autostretch tun würde, sonst würden die Sterne zu groß werden (<https://siril.org/tutorials/ghs/#performing-initial-stretches-using-ghs>`_).
- **Verbesserung des Kontrasts eines Bereichs oder Auffüllen eines Tals:** Stellen Sie **SP** auf die Mitte des Tals im Histogramm ein, stellen Sie **b** so hoch ein, wie der Bereich oder das Tal schmal ist, verringern Sie **HP**, um die Sterne nicht aufzublähen, erhöhen Sie **D** langsam, bis die Verbesserung sichtbar wird.
- **Verringerung des Kontrasts eines Bereichs oder Abflachung eines Spitzenwerts:** Die Verringerung eines Spitzenwerts ist nicht einfach zu bewerkstelligen, erfolgt aber als Nebeneffekt der Auffüllung von Tälern. So wird beispielsweise durch das Erzeugen einer Spitze oder das Auffüllen eines Tals der Bereich links von **SP** verringert. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung der inversen Transformation aus dem Kombinationsfeld *Typ der Streckung*, ein hoher **LP**-Wert und **HP** bei 1.
- **Kurve nach links verschieben, wodurch das Bild dunkler wird:** Wenn wir das gesamte Histogramm strecken, verschiebt sich die Spitze oft nach rechts, wodurch der Hintergrund zu hell wird. Es gibt eine einfache Möglichkeit, alles nach links zu verschieben: Wählen Sie im Kombinationsfeld *Typ der Streckung* den letzten Eintrag, **Lineare Streckung (Schwarzpunkt-Verschiebung)**. Jetzt muss nur noch ein Cursor bewegt werden, der bestimmt, wie weit er verschoben wird - oder Sie klicken im Histogramm auf den gewünschten Schwarzpunkt links neben dem Berg.

Einige Operationen sind auch bei **Farbbildern** üblich, da wir oft eine ähnliche Kurvenform für die drei Kanäle haben wollen. Wir können jeden Kanal unabhängig bearbeiten, indem wir sie mit den drei farbigen Kreisen unter der Histogrammansicht abwählen:

- **Verschieben der Spitze nach rechts:** eine einfache Streckung mit einem **SP**-Wert links von der Spitze wird dies im Allgemeinen bewirken, daher sollte dies als Teil einer Streckung erfolgen.
- **Einen Berg strecken:** um einen Kanal etwas mehr zu strecken und ihm mehr Bedeutung im Endergebnis zu geben, ohne die Position des Peaks zu sehr zu verändern, stellen Sie **SP** in der Nähe der Bergspitze oder leicht rechts davon ein, stellen Sie **b** ein, je nachdem, wie der Beitrag im gesamten Kanal gewünscht wird, zwischen einem negativen Wert, wenn die Auswirkung bis zu den Sternen zu spüren sein soll (um ihre Farbe zu ändern) und einem hohen Wert, wenn dies nur für einen Nebel gilt, erhöhen Sie **D**, um die Zielbreite des Bergs zu erhalten, und versetzen Sie dann den Berg nach links, indem Sie **HP** erhöhen.
- **Alle Kanäle zusammen verschieben:** Es gibt eine alternative Streckung der Luminanzzuordnung, siehe das Kombinationsfeld *Farbstreckungsmodell* oben rechts im GHS-Fenster. Wenn Sie einen der beiden Luminanz-Streckungswerte verwenden, wird die Luminanz gestreckt und die Farben darauf neu angewendet, anstatt die drei Kanäle direkt zu strecken. Mit den Luminanzmodi können die Farben im Bild besser erhalten werden. Diese Modi verwenden denselben RGB-Überblendungsmodus, der oben beschrieben wurde, um Artefakte beim Beschneiden der Farbkanäle zu vermeiden.
- **Bildsättigung neu abbilden:** Die GHS-Transformationen können auf den Sättigungskanal des Bildes angewendet werden, indem die Option Sättigung aus dem Kombinationsfeld *Farbdehnungsmodell* ausgewählt wird. Wenn dieser Modus ausgewählt ist, werden die Histogramme der Sättigung vor und nach der Streckung gelb angezeigt. Alle GHS-Optionen sind verfügbar und dieser Modus ermöglicht eine sehr gezielte Anpassung des Sättigungskanals. Eine einfache Methode, um die Sättigung in relativ ungesättigten Regionen zu erhöhen und gleichzeitig eine Übersättigung zu vermeiden, ist die Verwendung einer **Inversen verallgemeinerten hyperbolischen Transformation**, bei der **SP** auf etwa 0,5 eingestellt ist und **HP** so weit heruntergefahren wird, dass das obere Ende des Sättigungshistogramms abgeflacht wird.

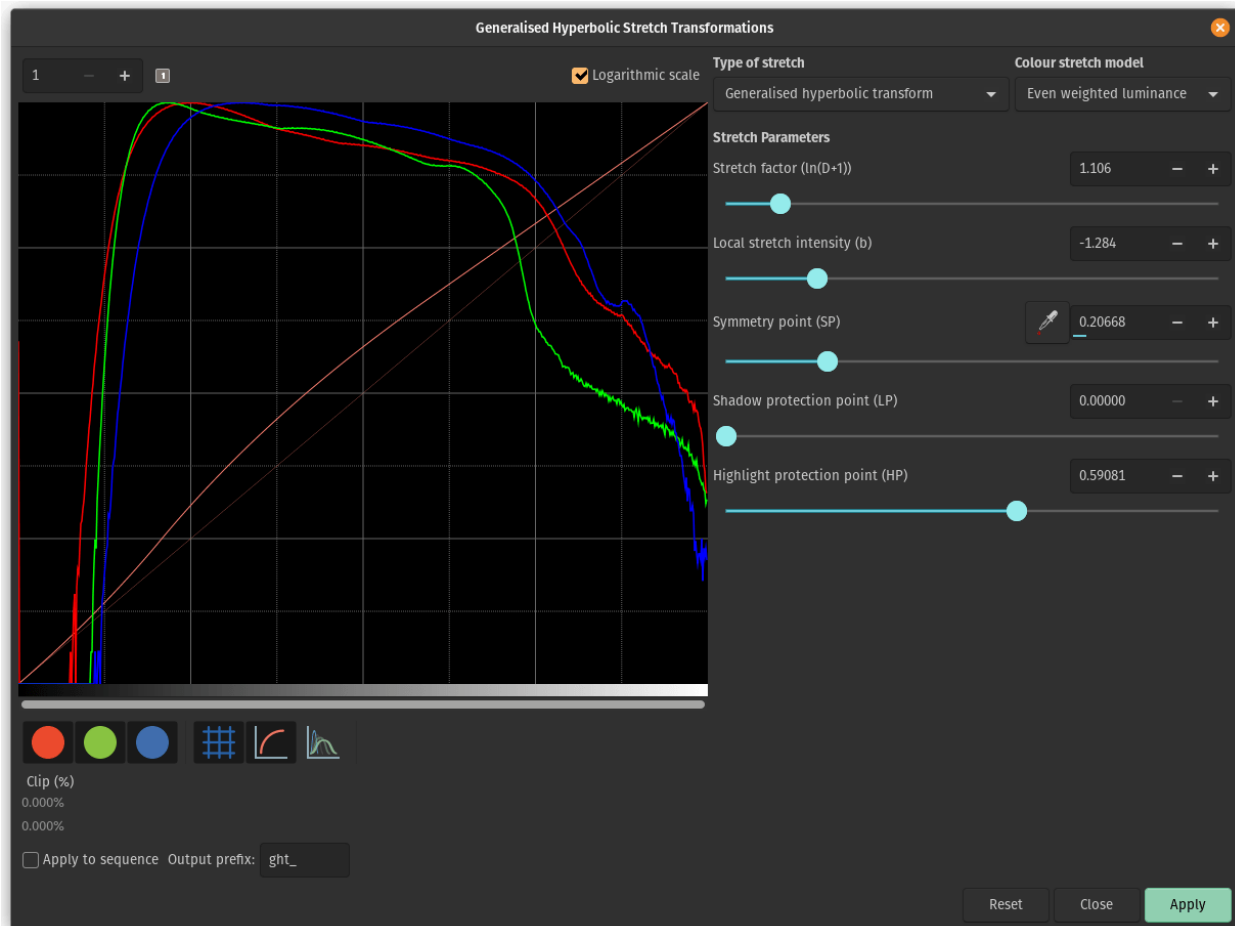


Abb. 5: Die generalisierte hyperbolische Streckung für ein Farbbild

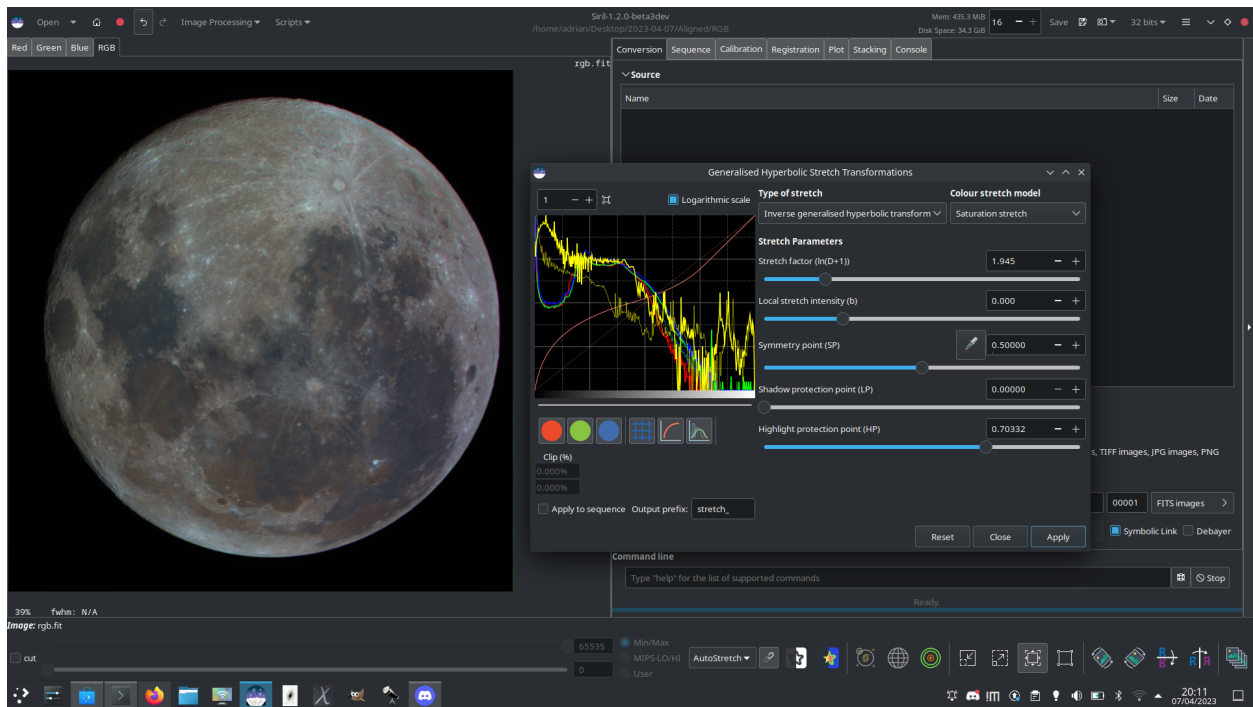


Abb. 6: Das obige Bild zeigt, wie die Anwendung des GHS-Werkzeugs auf den Sättigungskanal eine einfache Möglichkeit bietet, die Sättigung in einem Bild mit geringer Sättigung stark zu verstärken und gleichzeitig die Kontrolle über das obere Ende des Sättigungshistogramms zu behalten, das hier verwendet wurde, um ein "Mineralische Mond"-Bild zu erstellen, das die unterschiedliche mineralische Zusammensetzung der verschiedenen Regionen der Mondoberfläche hervorhebt.

Siril Kommandozeile

```
ght -D= [-B=] [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] [channels]
```

Verallgemeinerte hyperbolische Streckung (Generalized Hyperbolic Stretch) auf der Grundlage der Arbeit des Teams von ghsastro.co.uk.

Das Argument **-D=** bestimmt die Stärke der Streckung, die zwischen 0 und 10 liegt. Dies ist das einzige obligatorische Argument. Mit den folgenden optionalen Argumenten kann die Streckung weiter angepasst werden:

B bestimmt die Intensität der Streckung in der Nähe des Symmetriepunktes, zwischen -5 und 15;

LP definiert einen schattenerhaltenden Bereich zwischen 0 und SP, in dem die Streckung linear erfolgt und die Schattendetails erhalten bleiben;

SP definiert den Symmetriepunkt der Streckung, der zwischen 0 und 1 liegt und an dem die Streckung am stärksten ist;

HP definiert einen Bereich zwischen HP und 1, in dem die Streckung linear erfolgt, wodurch die Details der Glanzlichter erhalten bleiben und eine Aufblähung der Sterne verhindert wird.

Wenn B, LP und SP weggelassen werden, ist der Standardwert 0,0 und bei HP ist der Standardwert 1,0.

Ein optionales Argument (entweder **-human**, **-even** oder **-independent**), kann übergeben werden, um entweder menschlich-gewichtete oder gleichmäßig gewichtete Luminanz oder unabhängige Farbkanäle für Farbstreckungen auszuwählen. Das Argument wird bei Monobildern ignoriert. Alternativ gibt das Argument **-sat** an, dass die Streckung anhand der Bildsättigung erfolgt - das Bild muss farbig sein und alle Kanäle müssen ausgewählt sein, damit dies funktioniert.

Optional kann der Parameter **[channels]** verwendet werden, um die Kanäle anzugeben, auf die die Streckung angewendet werden soll: dies können R, G, B, RG, RB oder GB sein. Die Standardeinstellung ist alle Kanäle

Siril Kommandozeile

```
invght -D= [-B=] [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] [channels]
```

kehrt eine generalisierte hyperbolische Streckung um. Es bietet die umgekehrte Transformation von GHT. Wenn es mit denselben Parametern versehen wird, macht es einen GHT-Befehl rückgängig und kehrt möglicherweise zu einem linearen Bild zurück. Es kann für Negativbilder auch auf die identische Weise wie GHT funktionieren

Verweise: [ght](#)

Siril Kommandozeile

```
modasinh -D= [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] [channels]
```

Modifizierte ArcSinH-Streckung auf der Grundlage der Arbeit des Teams von ghsastro.co.uk.

Das Argument **-D=** bestimmt die Stärke der Streckung, die zwischen 0 und 10 liegt. Dies ist das einzige obligatorische Argument. Mit den folgenden optionalen Argumenten kann die Streckung weiter angepasst werden:

LP definiert einen schattenerhaltenden Bereich zwischen 0 und SP, in dem die Streckung linear erfolgt und die Schattendetails erhalten bleiben;

SP definiert den Symmetriepunkt der Streckung, der zwischen 0 und 1 liegt und an dem die Streckung am stärksten ist;

HP definiert einen Bereich zwischen HP und 1, in dem die Streckung linear erfolgt, wodurch die Details der Glanzlichter erhalten bleiben und eine Aufblähung der Sterne verhindert wird.

Ohne diese Angabe haben LP und SP den Standardwert 0,0 und HP den Standardwert 1,0.

Ein optionales Argument (entweder **-human**, **-even** oder **-independent**), kann übergeben werden, um entweder menschlich-gewichtete oder gleichmäßig gewichtete Luminanz oder unabhängige Farbkanäle für Farbstreckungen auszuwählen. Das Argument wird bei Monobildern ignoriert. Alternativ gibt das Argument **-sat** an, dass die Streckung anhand der Bildsättigung erfolgt - das Bild muss farbig sein und alle Kanäle müssen ausgewählt sein, damit dies funktioniert.

Optional kann der Parameter **[channels]** verwendet werden, um die Kanäle anzugeben, auf die die Streckung angewendet werden soll: dies können R, G, B, RG, RB oder GB sein. Die Standardeinstellung ist alle Kanäle

Siril Kommandozeile

```
invmodasinh -D= [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] [channels]
```

Kehrt eine modifizierte Arcsinh-Streckung um. Es bietet die umgekehrte Transformation von MODASINH. Wenn es mit denselben Parametern versehen wird, macht es einen MODASINH-Befehl rückgängig und kehrt möglicherweise zu einem linearen Bild zurück. Es kann auch bei Negativbildern auf die gleiche Weise wie MODASINH funktionieren

Verweise: [modasinh](#)

Siril Kommandozeile

```
linstretch -BP= [-sat] [channels]
```

Streckt das Bild linear auf einen neuen Schwarzpunkt BP.

Optional kann der Parameter **[channels]** verwendet werden, um die Kanäle anzugeben, auf die die Streckung angewendet werden soll: dies können R, G, B, RG, RB oder GB sein. Die Standardeinstellung ist alle Kanäle

Optional kann der Parameter **-sat** verwendet werden, um die lineare Streckung auf den Bildsättigungskanal anzuwenden. Dieses Argument funktioniert nur, wenn alle Kanäle ausgewählt sind

Anwendung der Transformation auf die Sequenz

Diese Transformation kann leicht auf eine Sequenz angewendet werden. Sie müssen nur die Transformation auf das geladene Bild (mit einer bereits geladenen Sequenz) definieren, dann die Schaltfläche *Auf Sequenz anwenden* aktivieren und das Ausgabepräfix der neuen Sequenz definieren (standardmäßig `stretch_`). Alle Befehle haben auch eine Form der Sequenzverarbeitung. Jeder Sequenzstreckungsbefehl beginnt mit `seq` und das erste Argument muss der Sequenzname sein, aber ansonsten sind sie gleich.

Siril Kommandozeile

```
seqght sequence -D= [-B=] [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat]_↵  
↪[channels] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie GHT, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: *ght*

Siril Kommandozeile

```
seqinvght sequence -D= [-B=] [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat]_↵  
↪[channels] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie INVGH, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: *invght*

Siril Kommandozeile

```
seqmodasinh sequence -D= [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat]_↵  
↪[channels] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie MODASINH, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: *modasinh*

Siril Kommandozeile

```
seqinvmodasinh sequence -D= [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat]
↳ [channels] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie INVMODASINH, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: [invmodasinh](#)

Siril Kommandozeile

```
seqlinstretch sequence -BP= [channels] [-sat] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie LINSTRETCH, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: [linstretch](#)

9.2 Farben

9.2.1 Farbkalibrierung

Siril bietet zwei Möglichkeiten, die Farben Ihres Bildes zu kalibrieren. Hier bedeutet "kalibrieren", dass die RGB-Kanäle neu abgeglichen werden, um den wahren Farben des aufgenommenen Objekts so nahe wie möglich zu kommen.

Farbkalibrierung (manuell)

Warnung: Die Farbkalibrierung **muss** an einem linearen Bild durchgeführt werden, dessen Histogramm noch nicht gestreckt wurde. Andernfalls sind die erhaltenen Farben nicht garantiert korrekt.

Bei der manuellen Methode wird das folgende Fenster verwendet:

Der erste Schritt befasst sich mit dem **Hintergrund** Ihres Bildes. Das Ziel ist es, die RGB-Ebenen anzugleichen, damit der Hintergrund als neutrale graue Farbe erscheint.

Nachdem Sie eine Auswahl in Ihrem Bild festgelegt haben (in einem nicht zu kleinen oder zu kontrastreichen Bereich), wird der Bereich berücksichtigt, indem Sie auf die Schaltfläche *Verwende aktuelle Auswahl* im oberen Bereich klicken. Die Koordinaten des Rechtecks werden angezeigt. Dann berechnet *Hintergrund Neutralisation* den Median jedes Kanals und gleicht ihn aus.

Der zweite Schritt befasst sich mit den **hellen Objekten** des Bildes. Auch hier können Sie das Histogramm auf zwei Arten verändern:

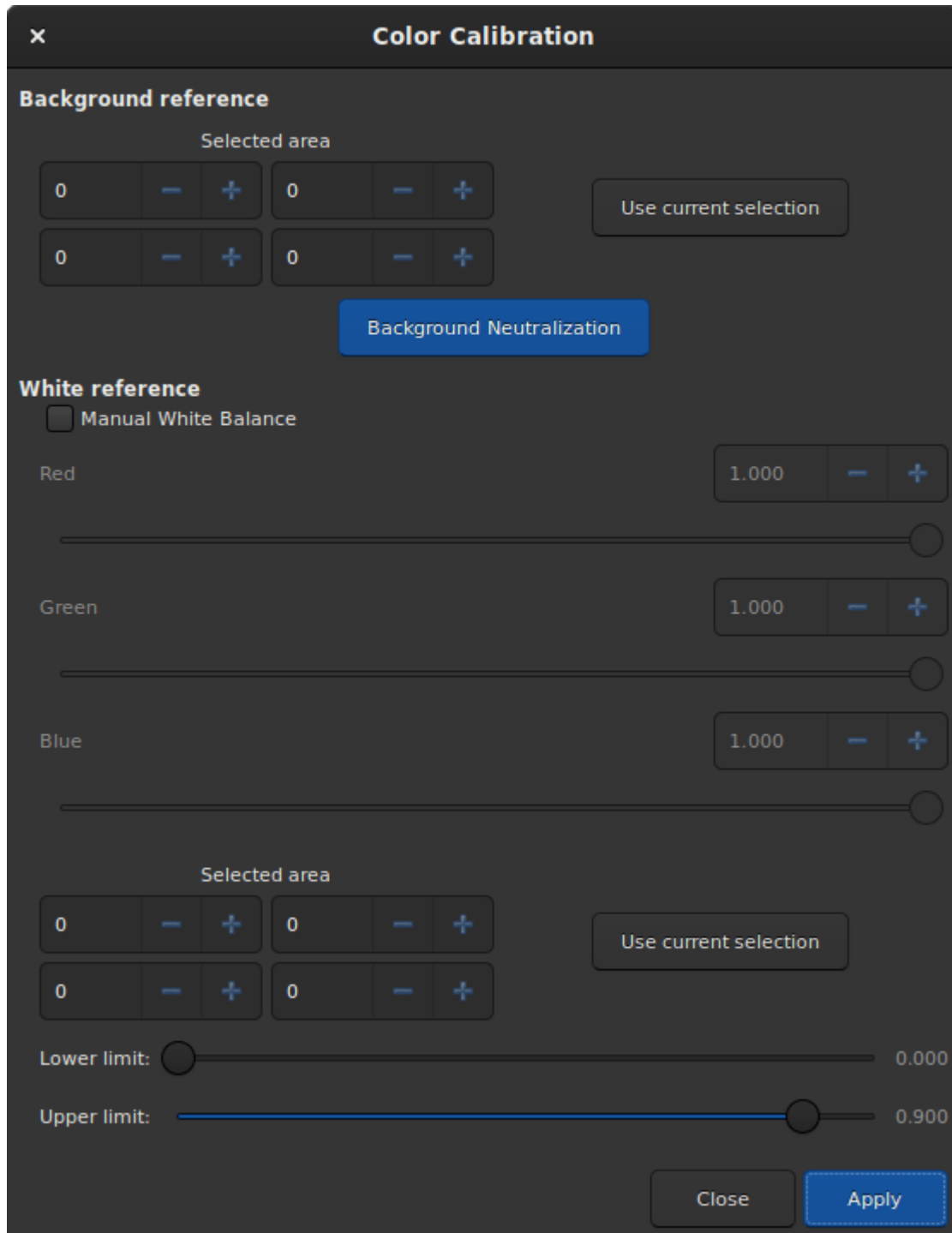


Abb. 7: Dialogfenster Farbkalibrierung.

- Manuell, mit **Weiß-Referenz** und den 3 Koeffizienten R, G und B, je nach eigenem Geschmack.
- Automatisch, durch Auswahl eines rechteckigen Bereichs mit kontrastreichen Objekten (wie zuvor) durch Klick auf die untere Schaltfläche *Verwende aktuelle Auswahl*

Mit zwei Schieberegler können Sie die Ausschlussgrenze für zu dunkle und zu helle Pixel in der Auswahl ändern.

Da es sich hierbei um einen Prozess mit Versuch und Irrtum handelt, können Sie das Ergebnis mit der Schaltfläche *Undo* (oben links) rückgängig machen und es dann mit anderen Auswahlbereichen oder Koeffizienten versuchen, bis Sie zufrieden sind.

Photometrische Farb-Kalibrierung

Warnung: Die Kalibrierung der Farben durch Photometrie **muss** unbedingt an einem linearen Bild durchgeführt werden, dessen Histogramm noch nicht gestreckt wurde. Andernfalls wird die photometrischen Messungen falsche Ergebnisse liefern und es gibt keine Garantie für die Korrektheit der erhaltenen Farben.

Eine andere Möglichkeit, die Farben abzugleichen, besteht darin, die Farbe der Sterne im Bild mit ihrer Farbe in Katalogen zu vergleichen, um die natürlichste Farbe auf automatische und nicht subjektive Weise zu erhalten. Dies ist das Werkzeug PCC (Photometric Color Calibration/Photometrische Farbkalibrierung). Es kann nur für Bilder verwendet werden, die mit einem Satz von Rot-, Grün- und Blaufiltern für die Farben oder mit einem OSC-Sensor aufgenommen wurden. Um Sterne im Bild mit denen des Katalogs zu abzugleichen, ist eine astrometrische Lösung erforderlich. Das Ausführen des PCC-Werkzeugs wird dies zuerst tun. Für diesen ersten Teil lesen Sie bitte die [Dokumentation der astrometrischen Lösung](#).

Bemerkung: Diese Technik ist stark von der Art des verwendeten Filters abhängig. Die Verwendung verschiedener Arten von R-, G- und B-Filtern macht keinen großen Unterschied, aber die Verwendung eines Lichtverschmutzungsfilters oder das Fehlen eines IR-Sperrfilters führt dazu, dass die Lösung erheblich abweicht und nicht die erwarteten Farben liefert.

Seit Version 1.2 laufen die beiden Werkzeuge unabhängig voneinander: Es ist möglich, die photometrische Analyse auszuführen und die Farbkorrektur des Bildes erst auszuführen, wenn das Bild bereits astrometrisch gelöst wurde. Das bedeutet auch, dass verschiedene Kataloge für PCC und Astrometrie verwendet werden können. Und jetzt ist das Werkzeug auch als Befehl `pcc` verfügbar, so dass es in Skripte zur Bildnachbearbeitung eingebettet werden kann.

Wenn das Bild zuvor mit einer astrometrischen Lösung versehen wurde, schalten Sie die Funktion [Beschriftungen](#) ein, um zu überprüfen, ob die Kataloge mit dem Bild übereinstimmen. Wenn die astrometrische Lösung nicht gut genug ist, erzwingt die Aktivierung von *Astrometrische Lösung erzwingen* ihre Neuberechnung als Teil des PCC-Prozesses.

Als Erinnerung an die [Astrometrische Lösung - Dokumentation](#), hier eine Zusammenfassung der im Fenster sichtbaren Optionen:

- Vergewissern Sie sich, dass die Abtastrate korrekt ist, d. h. dass sie aus der Brennweite und der Pixelgröße des Bildes berechnet oder aus den Einstellungen kopiert wurde.
- Die Option *Bild bei Bedarf spiegeln* ermöglicht die korrekte Ausrichtung des Bildes entsprechend dem Astrometrie-Ergebnis.
- Bei einigen überabgetasteten, gedrizzelten oder zu großen Bildern ist es sinnvoll, die Option *Bilder herunterrechnen* zu prüfen, um mehr Erfolgchancen bei der astrometrischen Lösung zu haben, und es ist auch schneller.
- Die Option *Automatischer Crop (für Weitfeld)* begrenzt den Bildausschnitt auf 5 Grad, falls Sie es mit Bildern mit sehr großem Bildausschnitt zu tun haben, hilfreich bei der Findung einer astrometrischen Lösung.

Photometric Color Calibration

✕

▼ **Image Parameters**

Sh2-129 🔍 Find Server: SIMBAD ▼

Right Ascension: 21 - + 11 - + 48.7200

Declination: 59 - + 58 - + 27.8400 S

Resolver	Name
Simbad	SH 2-129

Get Metadata From Image

Focal length (mm): 370.1 Resolution: 2.096

Pixel size (µm): 3.76

☐ Force plate solving

☐ Downsample image ☒ Flip image if needed

☒ Auto-crop (for wide field)

▼ **Catalogue Parameters**

Photometric Star Catalogue: NOMAD ▼ (local catalogue)

Catalogue Limit Mag: 12 - + ☒ Auto

► **Star Detection**

► **Background Reference**

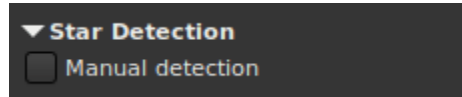
Close OK

Abb. 8: Dialogfenster Photometrische Farbkalibrierung.

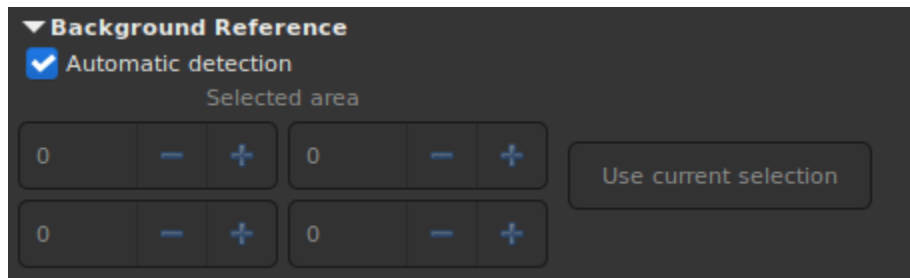
- Im Abschnitt **Katalog Parameter** können Sie wählen, welcher photometrische Katalog verwendet werden soll, NOMAD oder APASS, sowie die Grenzgröße.

Tipp: Der NOMAD-Katalog kann *lokal installiert* werden, während der APASS-Katalog eine Internet-Anfrage an einen Server benötigt.

- Im Abschnitt **Sternenerkennung** können Sie manuell auswählen, welche Sterne für die photometrische Analyse verwendet werden sollen. Es ist besser, mindestens Hunderte von ihnen zu haben, so dass eine individuelle Auswahl nicht ideal wäre.



- Falls gewünscht, kann die **Hintergrundreferenz** manuell ausgewählt werden, wie in *Manuelle Farbkalibrierung* beschrieben. Dies kann bei Bildern großflächiger Nebel nützlich sein, bei denen nur sehr wenig Himmelshintergrund sichtbar ist.



Wenn genügend Sterne gefunden wurden und die astrometrische Lösung korrekt ist, druckt der PCC diese Art von Text auf der Registerkarte Konsole aus:

```
Applying aperture photometry to 433 stars.
70 stars excluded from the calculation
Distribution of errors: 1146 no error, 18 not in area, 48 inner radius too small, 4
→ pixel out of range
Found a solution for color calibration using 363 stars. Factors:
K0: 0.843      (deviation: 0.140)
K1: 1.000      (deviation: 0.050)
K2: 0.743      (deviation: 0.130)
The photometric color correction seems to have found an imprecise solution, consider
→ correcting the image gradient first
```

Wir sehen, dass 433 Sterne aus dem Katalog und dem Bild für die photometrische Analyse ausgewählt wurden, aber irgendwie haben wir nur 363 tatsächlich verwendet, 70 wurden ausgeschlossen. Die Zeile *Distribution of errors* erklärt, warum sie ausgeschlossen wurden: 18 wurden nicht an der erwarteten Position gefunden, 48 waren zu groß und 4 wahrscheinlich gesättigt. Es kommt sehr häufig vor, dass viele Sterne ausgeschlossen werden, weil sie die strengen Anforderungen für eine gültige photometrische Analyse nicht erfüllen.

Wir können auch sehen, dass die PCC drei Koeffizienten gefunden hat, die auf die Farbkanäle anzuwenden sind, um den Weißabgleich zu korrigieren. Die *Abweichung* (deviation), d. h. die durchschnittliche absolute Abweichung der Farbkorrektur für jeden Stern des photometrischen Satzes, ist hier mäßig hoch. Bei gut kalibrierten Bildern ohne Gradient, mit korrekten Filtern und ohne einen Farbnebel, der das gesamte Bild bedeckt, würde die Abweichung näher bei 0 liegen.

Siril Kommandozeile

```
pcc [image_center_coords] [-noflip] [-platesolve] [-focal=] [-pixelsize=] [-limitmag=[+-  
↔]] [-catalog=] [-downscale]
```

Führt die photometrische Farbkalibrierung auf dem geladenen Bild durch.

Wenn das Bild bereits astrometrisch gelöst wurde, kann die PCC (Photometrische Farbkalibrierung) die Lösung wiederverwenden. Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob die WCS-Informationen des Bildes korrekt sind, können Sie mit dem Argument **-platesolve** erzwingen, dass die astrometrische Lösung erneut berechnet wird :

Die ungefähren Koordinaten des Bildmittelpunkts können in Dezimalgraden oder Grad/Stunden-Minuten-Sekunden-Werten (J2000 mit Doppelpunkten) angegeben werden, wobei die Werte für Rektaszension und Deklination durch ein Komma oder ein Leerzeichen getrennt sind.

Brennweite und Pixelgröße können mit **-focal=** (in mm) und **-pixelsize=** in (in µm) übergeben werden, wobei die Werte aus dem Bild bzw. den Einstellungen überschrieben werden.

mit dem Argument **-platesolve** können Sie eine Neuberechnung der astrometrischen Lösung erzwingen.

Wenn **-noflip** nicht angegeben ist und das Bild als auf dem Kopf stehend erkannt wird, wird das Bild gespiegelt, wenn eine astrometrische Lösung ermittelt wird.

Für eine schnellere Erkennung von Sternen in großen Bildern ist eine Verkleinerung des Bildes mit **-downscale** möglich.

Die Grenzgröße der Sterne, die für die astrometrische Lösung und die photometrische Farbkalibrierung verwendet werden, wird automatisch aus der Größe des Sichtfeldes berechnet, kann aber durch Übergabe eines +Offset- oder -Offset-Wertes an **-limitmag=** oder einfach durch einen absoluten positiven Wert für die Grenzgröße geändert werden. The star catalog used is NOMAD by default, it can be changed by providing **-catalog=apass**. If installed locally, the remote NOMAD (the complete version) can be forced by providing **-catalog=nomad**

Verweis: [nomad](#)

9.2.2 Farbsättigung

Dieses Werkzeug wird verwendet, um die Farbsättigung des Bildes zu verändern. Sie können zwischen einem bestimmten Farbton oder dem Gesamtfarbton (Global) wählen, der verstärkt oder vermindert werden soll. Die Stärke der Sättigung wird mit dem Schieberegler *Stärke* eingestellt.

Mit dem Schieberegler *Hintergrundfaktor* wird der mit dem Hintergrundwert multiplizierte Faktor eingestellt. Je niedriger der Wert, desto stärker ist der Sättigungseffekt. Bei einem hohen Wert bleibt der Hintergrund erhalten.

Siril Kommandozeile

```
satu amount [background_factor [hue_range_index]]
```

Erhöht die Farbsättigung des geladenen Bildes. Versuchen Sie es iterativ, um beste Ergebnisse zu erzielen.

amount kann eine positive Zahl sein, um die Farbsättigung zu erhöhen, eine negative, um sie zu verringern, 0 würde nichts bewirken, 1 würde sie um 100% erhöhen

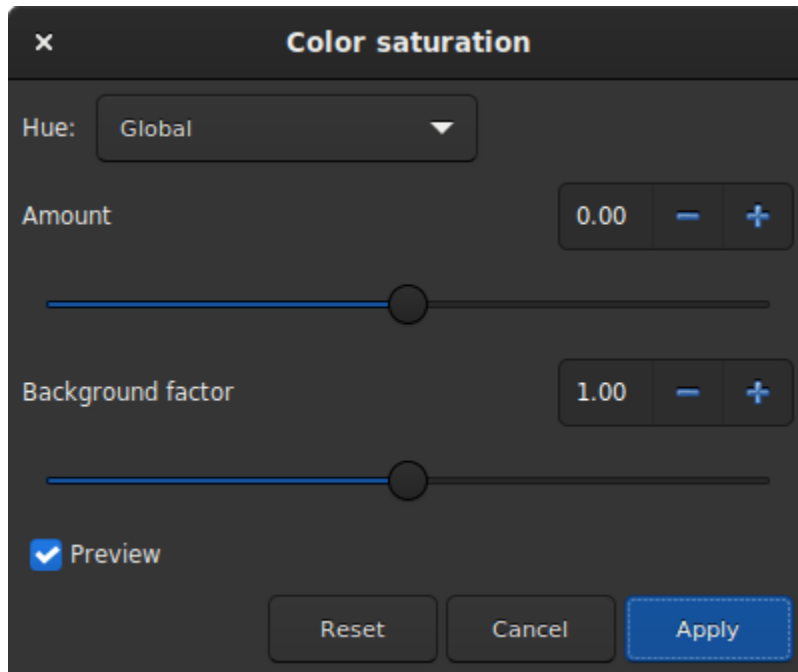


Abb. 9: Dialogfenster Farbsättigung.

background_factor ist ein Faktor (Median + Sigma), der verwendet wird, um einen Schwellenwert festzulegen, bei dem nur die Pixel oberhalb dieses Wertes geändert werden. Dies ermöglicht es, dass das Hintergrundrauschen nicht farblich gesättigt wird, wenn es sorgfältig gewählt wird. Der Standardwert ist 1, mit 0 wird der Schwellenwert deaktiviert.

hue_range_index kann [0, 6] sein, was bedeutet: 0 für rosa bis orange, 1 für orange bis gelb, 2 für gelb bis cyan, 3 für cyan, 4 für cyan bis magenta, 5 für magenta bis rosa, 6 für alle (Standard)

9.2.3 Grün-Rauschen entfernen

Da Grün in Deep-Sky-Bildern von Natur aus nicht vorkommt (mit Ausnahme von Kometen und einigen planetarischen Nebeln), können wir davon ausgehen, dass Grün zum Rauschen gehört, wenn das Bild bereits kalibriert wurde, die Farben ausgewogen sind und das Bild frei von jeglichen Farbverläufen ist. Es ist dann interessant, eine Methode zu finden, um dieses dominante Grün zu entfernen. Genau das schlägt das Werkzeug Grünes Rauschen entfernen vor, das vom Werkzeug Subtraktive Farbrauschunterdrückung abgeleitet ist, aber nur für Grün.

Warnung: This tool is not intended for direct use on a typical green image from a stack where the background sky level has not been equalized. Its use in such conditions would destroy the image's chrominance.

Dieses Werkzeug hat 3 Einstellungen. Die Schutzmethode, den Betrag (im folgenden Abschnitt *a* genannt) und eine Schaltfläche *Erhalte Helligkeit*. Die folgenden Methoden zeigen die verschiedenen Möglichkeiten, die grünen Pixel durch eine Mischung aus Rot und Blau zu ersetzen. Der Wert *Stärke* ist nur für Methoden mit Maskenschutz verfügbar. Der Wert muss mit Bedacht gewählt werden, um den Anstieg des Magentastichs im Himmelshintergrund zu minimieren. Zögern Sie nicht, die Schaltflächen *Undo* und *Redo* zu verwenden, um den Wert fein abzustimmen.

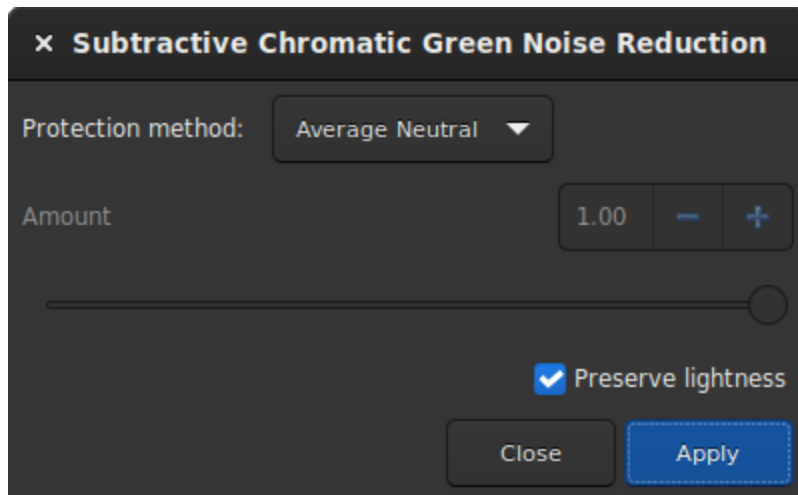


Abb. 10: Dialogfenster Grün-Rauschen entfernen.

Schutzmethode

Maximaler Maskenschutz

$$m = \max(R, B)$$

$$G' = G \times (1 - a) \times (1 - m) + m \times G$$

Additiver Maskenschutz

$$m = \min(1, R + B)$$

$$G' = G \times (1 - a) \times (1 - m) + m \times G$$

Durchschnittlicher neutraler Maskenschutz (Standardmethode)

$$m = 0.5 \times (R + B)$$

$$G' = \min(G, m)$$

Maximaler Neutralschutz

$$m = \max(R, B)$$

$$G' = \min(G, m)$$

Die Schaltfläche *Erhalte Helligkeit* schließlich bewahrt die ursprüngliche CIE L*-Komponente im verarbeiteten Bild. Um nur die chromatische Komponente zu verarbeiten, ist es sehr empfehlenswert, diese Option aktiviert zu lassen.

Siril Kommandozeile

```
rmgreen [-nopreserve] [type] [amount]
```


Wendet einen Filter zur Reduzierung des chromatischen Rauschens an. Er entfernt den Grünstich im aktuellen Bild. Dieser Filter basiert auf dem SCNR-Filter von PixInsight und ist auch der gleiche Filter, der vom HLVG-Plugin in Photoshop verwendet wird.

Die Helligkeit bleibt standardmäßig erhalten, kann aber mit dem Schalter **-nopreserve** deaktiviert werden.

Tipp kann die Werte 0 für durchschnittliche Neutralität, 1 für maximale Neutralität, 2 für maximale Maske, 3 für additive Maske annehmen, wobei der Standardwert 0 ist. Die letzten beiden können ein Argument **Betrag** annehmen, einen Wert zwischen 0 und 1, wobei der Standardwert 1 ist

9.2.4 Negative Transformation

Bei der negativen Transformation werden die Pixelwerte von $(L - 1)$ subtrahiert, wobei L der maximal mögliche Wert des Pixels ist, und durch das Ergebnis ersetzt.

Das Werkzeug *Negativtransformation* unterscheidet sich von der Negativansicht  in der Werkzeugleiste. Die Transformation ist nämlich nicht nur visuell, sondern wird tatsächlich auf die Pixelwerte angewendet. Wenn Sie das Bild speichern, wird es als Negativ gespeichert.

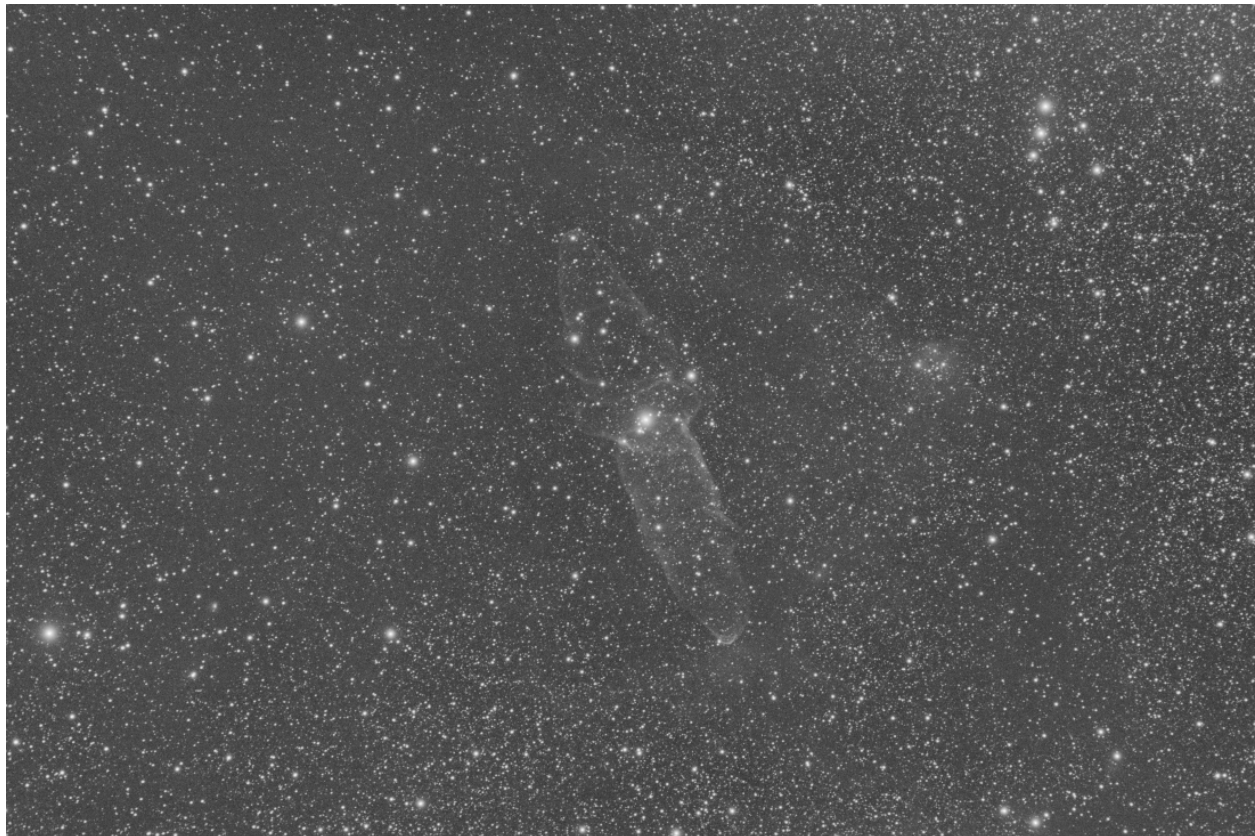


Abb. 11: Originalbild mit schwachem Signal (Bild Cyril Richard).

Tipp: Eine häufige Anwendung der Negativtransformation ist die Entfernung des Magentastichs aus SHO-Bildern.

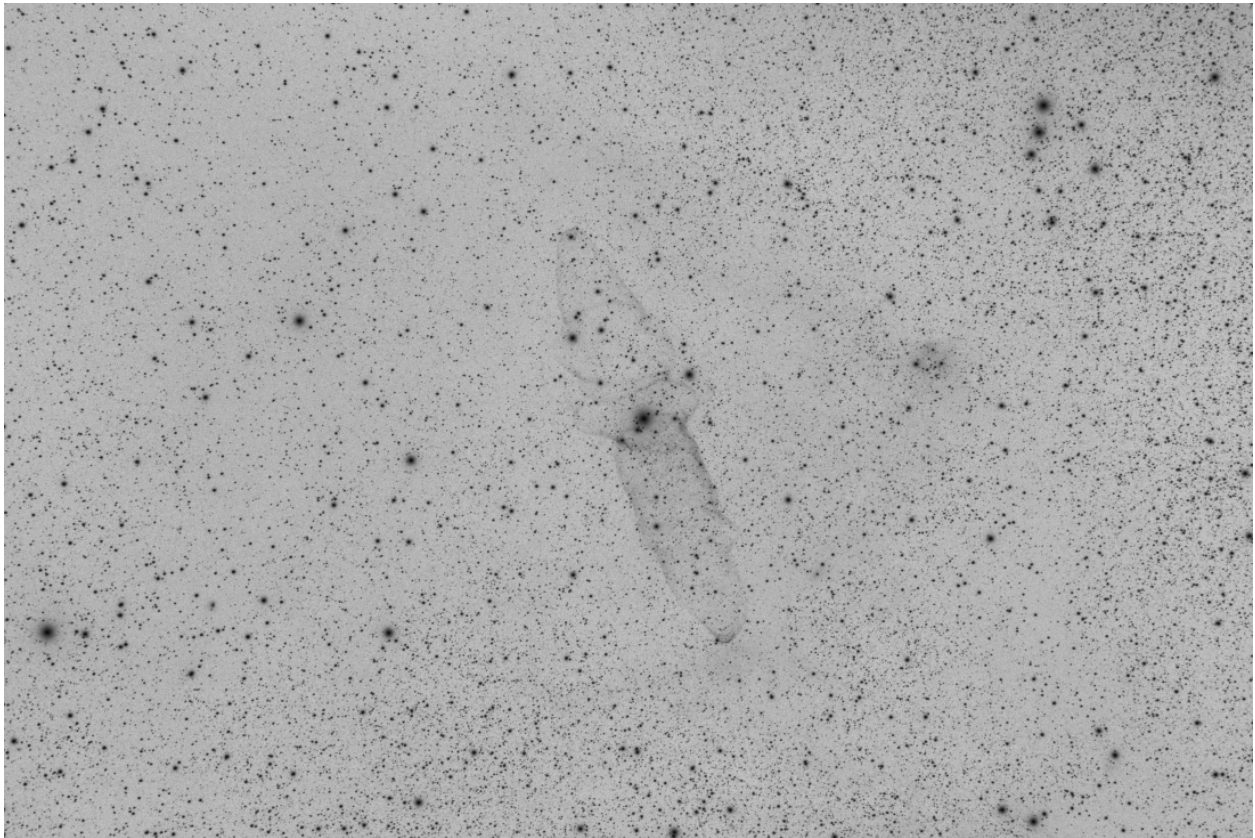


Abb. 12: Negatives Bild, bei dem das Signal besser sichtbar ist (Bild Cyril Richard).

In diesem Fall muss man *Negative Transformation* anwenden, dann *Grün- Rauschen entfernen*, dann wieder *Negative Transformation*.

Siril Kommandozeile

neg

Ändert die Pixelwerte des aktuell geladenen Bildes in eine negative Ansicht. Beispielsweise "1-value" für 32-Bit, "65535-value" für 16-Bit. Dies ändert nicht den Anzeigemodus

9.3 Filter

In diesem Abschnitt werden alle in Siril vorhandenen Filter vorgestellt. Filter sind Werkzeuge, die die Pixel des Bildes je nach Bedarf verändern.

9.3.1 Wavelet-Transformation "À Trou"

Ein Wavelet ist eine Funktion auf der Grundlage der Wavelet-Zerlegung, einer Zerlegung ähnlich der schnellen Fourier-Transformation, die in der Signalverarbeitung verwendet wird. Es entspricht der intuitiven Vorstellung einer Funktion, die einer kleinen Schwingung entspricht, daher der Name.

Es gibt viele Arten von Wavelet-Funktionen, die ihre eigenen Namen haben, wie in der Abbildung unten dargestellt.

Die in Siril verwendete À-Trou-Wavelet-Transformation zerlegt ein Bild in eine Reihe von skalierten Ebenen, die auch als Wavelet-Ebenen bezeichnet werden. Diese Ebenen können mit dem Extraktionswerkzeug *Wavelet-Layer* extrahiert werden, hier werden sie jedoch verwendet, ohne visuell zugänglich zu sein. Im Allgemeinen wird dieser Algorithmus am Ende eines Planetenstackings verwendet. Da das Rauschen ausschließlich in einer der Wavelet-Schichten enthalten ist, ist es möglich, die Details des Bildes hervorzuheben, indem die Menge des Rauschens begrenzt wird.

Klicken Sie zunächst auf die Schaltfläche *Ausführen*, um die Wavelet-Layer anhand der oben definierten Parameter zu berechnen:

- **Typ:** Es sind zwei Arten von Algorithmen möglich: Linear und BSpline. In der Regel wird der letztere gewählt, auch wenn er etwas langsamer ist.
- **Nb of Layers:** Anzahl der Wavelet-Schichten, die verwendet werden. 6 ist die maximale Anzahl von Ebenen, die verwendet werden kann. Um mit einer größeren Anzahl von Ebenen zu arbeiten, können Sie die unten erläuterte Befehlszeile verwenden.

Jede Ebene hat einen Schieberegler, mit dem der Kontrast dieser Ebene geändert werden kann. Wenn weniger als 6 Ebenen erstellt wurden, sind nur die entsprechenden Schieberegler aktiv. Ein Wert größer als 1 verbessert die Details, während ein kleinerer Wert sie tendenziell verringert.

Dies ist ein Liveview-Tool. Die Änderungen werden in Echtzeit angezeigt und Sie müssen auf *Anwenden* klicken, um sie zu bestätigen. Wenn Sie auf *Zurücksetzen* klicken, werden alle Schieberegler auf 1 zurückgesetzt und somit alle laufenden Änderungen rückgängig gemacht.

Siril Kommandozeile

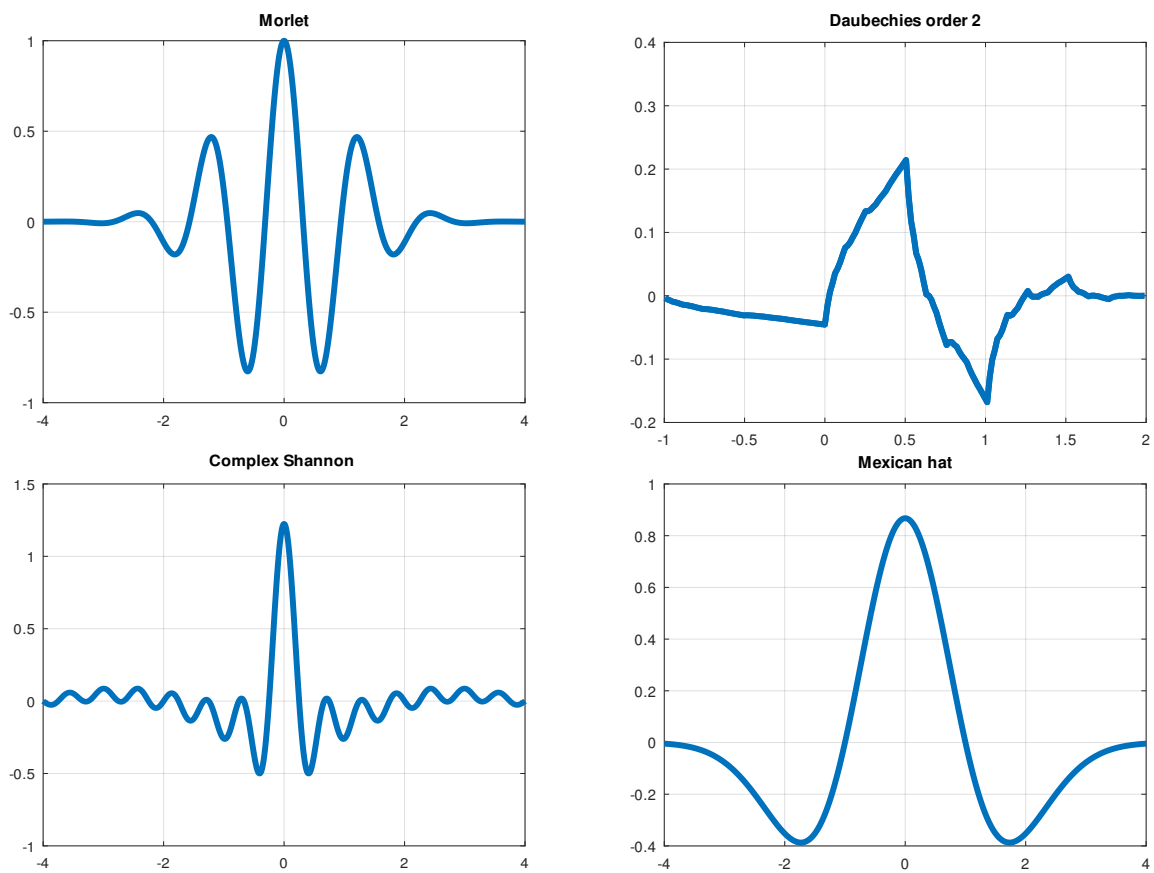


Abb. 13: Ein Beispiel für vier verschiedene Arten von Wavelets.

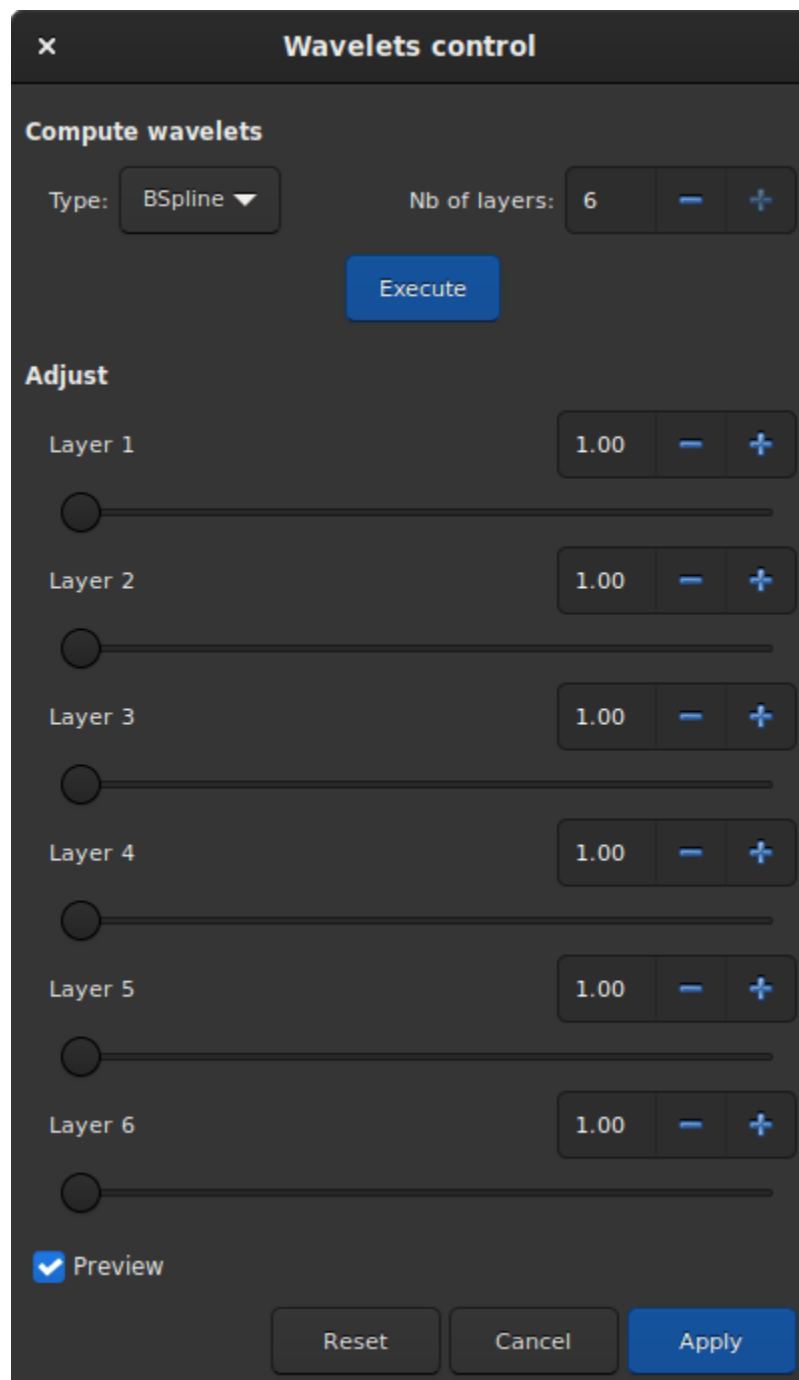


Abb. 14: Dialogfeld "Wavelet-Werkzeug".

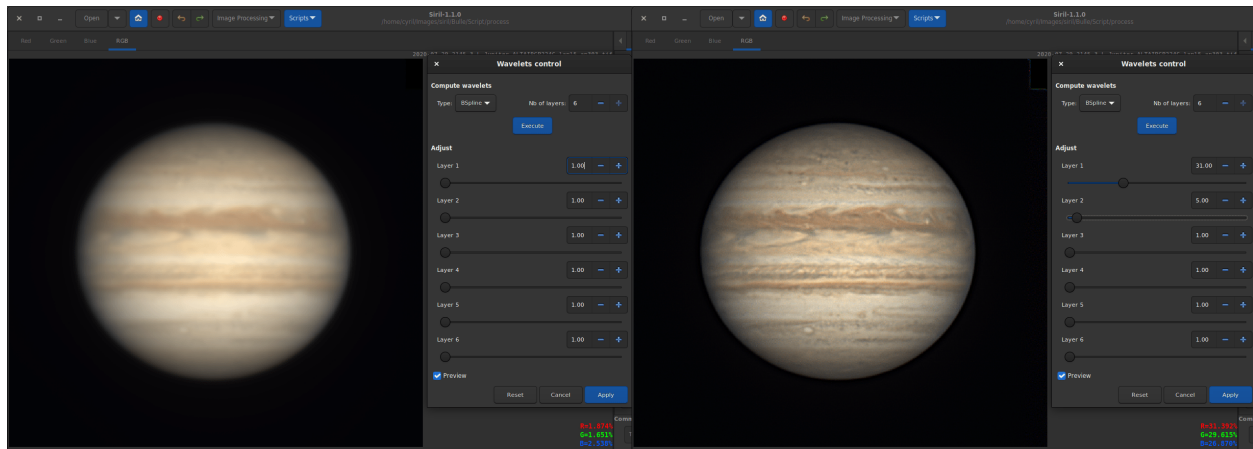


Abb. 15: Anwendung von Wavelets auf ein Jupiter-Bild (mit freundlicher Genehmigung von J.-L. Dauvergne). Das Bild auf der linken Seite ist das Rohbild der Stacking-Ausgabe, während das Bild auf der rechten Seite das gleiche Bild ist, auf das Wavelets angewendet wurden.

```
wavelet nbr_layers type
```

Berechnet die Wavelet-Transformation auf (**nbr_layers**=1...6) Layer(n) unter Verwendung der linearen (**type**=1) oder bspline (**type**=2) Version des 'à trous' Algorithmus. Das Ergebnis wird in einer Datei als Struktur gespeichert, die die Layer enthält, vorbereitet für die gewichtete Rekonstruktion mit WRECONS.

Siehe auch **EXTRACT**

Verweise: [wrecons](#), [extract](#)

Siril Kommandozeile

```
wrecons c1 c2 c3 ...
```

Rekonstruiert das aktuelle Bild aus den Layern, die zuvor mit wavelets berechnet und mit den Koeffizienten **c1**, **c2**, ..., **cn** entsprechend der Anzahl der für die Wavelet-Transformation verwendeten Layer gewichtet wurden, nach der Nutzung von **WAVELET**

Verweise: [wavelet](#)

Das Beispiel in der Abbildung oben würde in der Befehlszeile wie folgt geschrieben werden:

```
wavelet 6 2
wrecons 31 5 1 1 1 1
```


9.3.2 Banding Reduzierung

In einigen Fällen können die Bilder unter einem Banding-Fehler leiden. Dies wird in der Regel durch den Sensor verursacht, und die Kalibrierung durch Darks, Bias und Flats verbessert die Bilder nicht.



Abb. 16: Originalbild mit sichtbarem Banding.

Das Fenster zur Reduzierung der Streifenbildung enthält einige Parameter zur Optimierung des Verarbeitungsprozesses:

- Mit **Stärke** wird die Stärke der Korrektur festgelegt. Je höher der Wert, desto stärker ist die Korrektur.
- **Schutz der Lichter** ignoriert helle Pixel, wenn die Option aktiviert ist.
- Mit **1/Sigma-Factor** wird der Highlightschutz eingestellt. Ein höherer Wert sorgt für einen besseren Schutz.
- **Vertikale Rasterung** ermöglicht es dem Benutzer, das Banding zu korrigieren, wenn es vertikal verläuft.

Die Anwendung des folgenden Filters auf das Originalbild mit den in der Abbildung gezeigten Parameterwerten führt zu einem schönen Ergebnis ohne Streifenbildung.

Diese Transformation kann leicht auf eine Sequenz angewendet werden. Sie müssen nur die Transformation auf das geladene Bild (mit einer bereits geladenen Sequenz) definieren, dann die Schaltfläche *Auf Sequenz anwenden* aktivieren und das Ausgabepräfix der neuen Sequenz definieren (standardmäßig `unband_`).

Siril Kommandozeile

```
fixbanding amount sigma [-vertical]
```

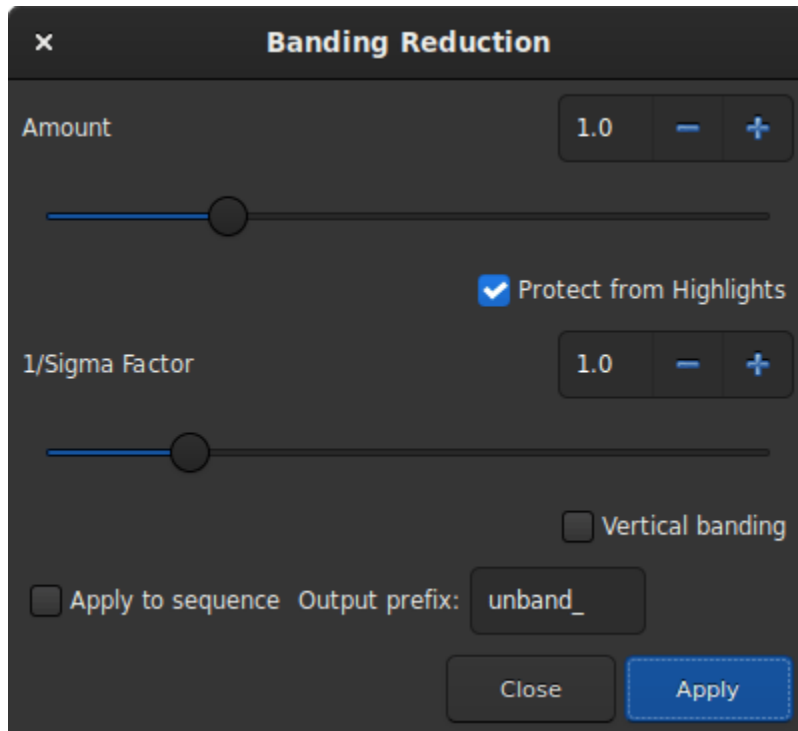


Abb. 17: Dialogbox Banding-Reduzierung.

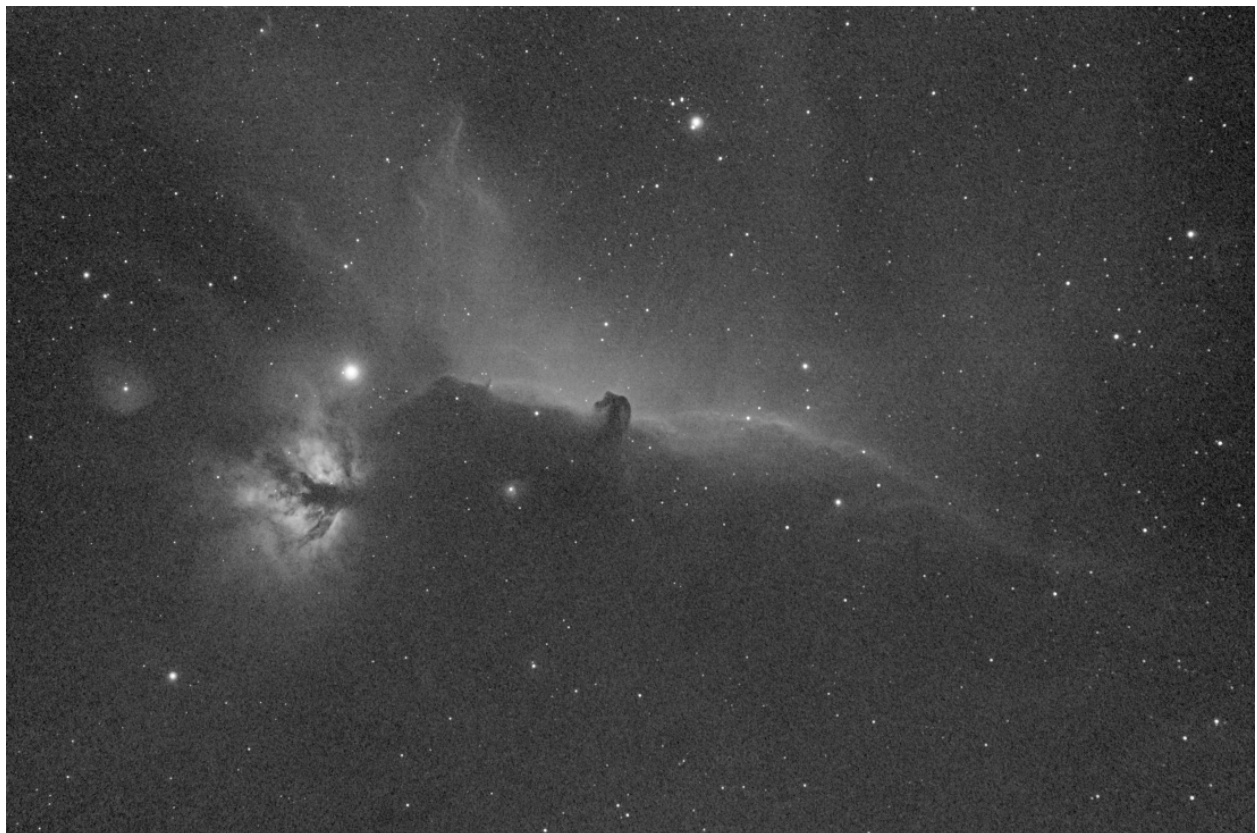


Abb. 18: Ergebnis nach der Durchführung des Filters. Es ist kein Banding mehr sichtbar.

Versucht das horizontale oder vertikale Banding im geladenen Bild zu entfernen.

Mit dem Argument **amount** wird die Höhe der Korrektur zwischen 0 und 4 festgelegt.

sigma definiert das Highlight-Schutzniveau des Algorithmus, wobei ein höheres Sigma einen höheren Schutz bietet, der zwischen 0 und 5 liegt. Werte von 1 und 1 sind oft gut genug.

Die Option **-vertical** ermöglicht das Entfernen von vertikalem Banding, die Standardeinstellung ist horizontal

Siril Kommandozeile

```
seqfixbanding sequencename amount sigma [-prefix=] [-vertical]
```

Gleicher Befehl wie FIXBANDING, aber für die Sequenz **sequencename**.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "unband_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweis: [fixbanding](#)

9.3.3 Kontrastbegrenzte Adaptive Histogrammausgleichung (CLAHE)

Die CLAHE-Methode (Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization) wird zur Verbesserung des Kontrasts von Bildern eingesetzt. Sie unterscheidet sich von der gewöhnlichen Histogramm-Streckung dadurch, dass die adaptive Methode mehrere Histogramme berechnet, von denen jedes einem separaten Abschnitt des Bildes entspricht, und diese zur Neuverteilung der Helligkeitswerte des Bildes verwendet. Auf diese Weise kann der lokale Kontrast verbessert und die Kantenschärfe in jedem Bereich eines Bildes erhöht werden.

Tipp: Dieser Filter ist ein Liveview-Filter. Das heißt, dass jede Änderung der Einstellungen automatisch auf dem Bildschirm sichtbar ist. Dies kann jedoch durch Deaktivieren der Schaltfläche *Vorschau* deaktiviert werden.

- Die Größe der Kacheln, in denen die Histogramme berechnet werden, kann über einen Schieberegler festgelegt werden. Standardmäßig ist sie auf 8 eingestellt.
- Die *Obere Grenze* ist eine Option, die verhindert, dass das Rauschen in relativ homogenen Regionen eines Bildes übermäßig verstärkt wird. Dann wird der abgeschnittene Teil des Histogramms, der die Obergrenze überschreitet, gleichmäßig auf alle Intervalle des Histogramms verteilt.

Tipp: Dieser Filter funktioniert besser bei nicht linearen Daten. Es wird empfohlen, das Bild vorher zu strecken.

Siril Kommandozeile

```
clahe cliplimit tileSize
```

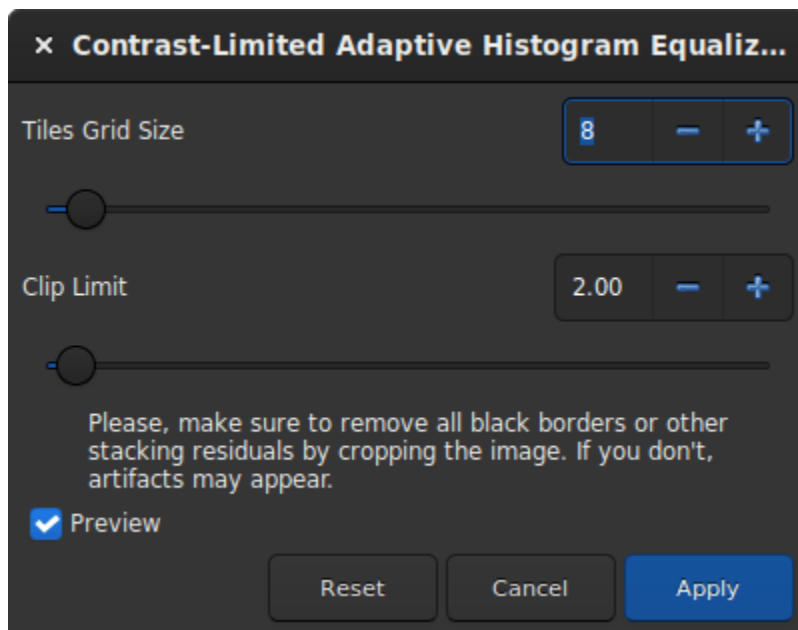


Abb. 19: Dialogbox Kontrastbegrenzte adaptive Histogrammausgleichung.

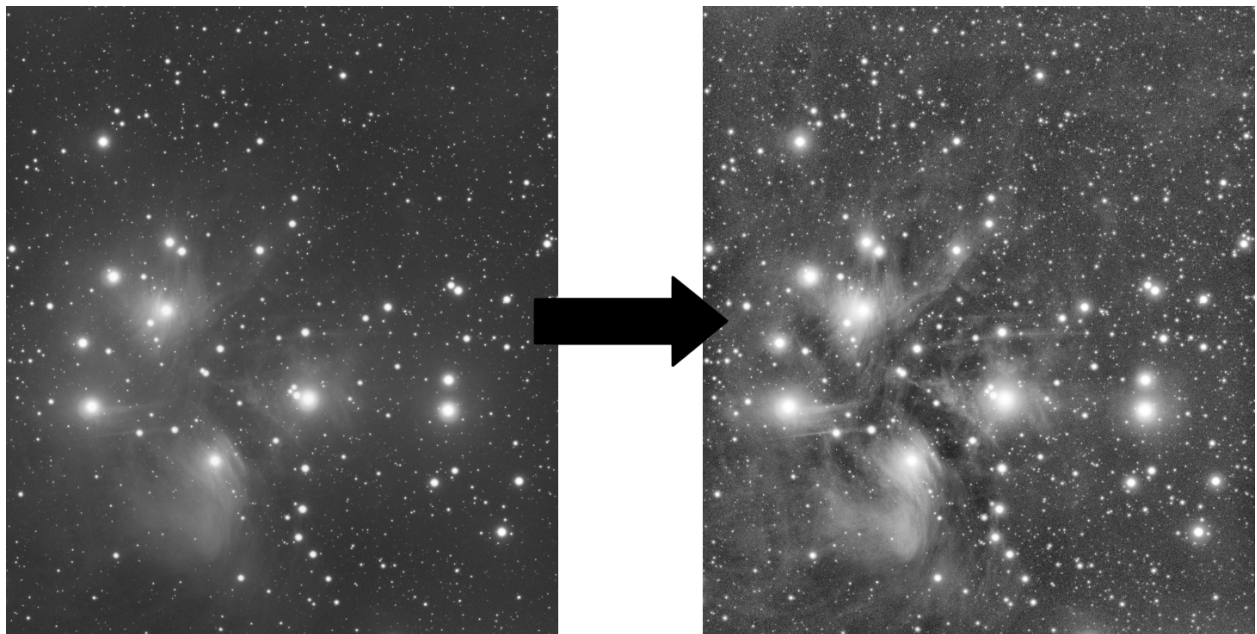


Abb. 20: Ein Beispiel für einen CLAHE-Filter, angewandt auf nicht-lineare Daten mit Tiles Grid Size=21 und Clip Limit=4.20.

Gleicht das Histogramm eines Bildes mit Hilfe der Kontrastbegrenzten Adaptiven Histogrammangleichung (CLAHE) aus.

cliplimit legt den Schwellenwert für die Kontrastbegrenzung fest.

tilesize legt die Größe des Rasters für die Histogramm-Angleichung fest. Das Eingabebild wird in rechteckige Kacheln gleicher Größe unterteilt

9.3.4 Kosmetische Korrektur

In Siril ist die kosmetische Korrektur der Schritt, der Hot- und Coldpixel im Bild beseitigt. Sie wird in der Regel während der Vorverarbeitung unter Verwendung des Masterdarks durchgeführt. Der Grund dafür ist, dass das Masterdark in der Regel eine gute Karte der defekten Pixel enthält und es einfacher ist, sie darauf zu finden. Wenn Sie jedoch nicht über ein Masterdark verfügen, bietet Siril eine Alternative mit einem automatischen Erkennungsalgorithmus für diese Pixel in einem Light.

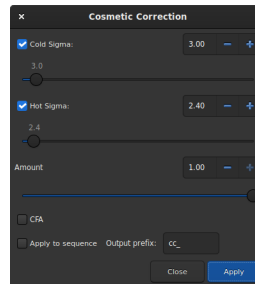


Abb. 21: Dialogfenster Kosmetische Korrektur.

Das Dialogfenster enthält mehrere Parameter, die für das ordnungsgemäße Funktionieren des Tools erforderlich sind. Die Verwendung der Standardeinstellungen führt jedoch in der Regel zu guten Ergebnissen.

- **"Kaltes" Sigma:** Wie oft (in durchschnittlichen Abweichungseinheiten) muss ein Pixelwert vom Wert der umliegenden Nachbarn abweichen, um als Coldpixel zu gelten.
- **"Warmes" Sigma:** Wie oft (in durchschnittlichen Abweichungseinheiten) muss ein Pixelwert vom Wert der umliegenden Nachbarn abweichen, um als Hotpixel zu gelten.
- **Stärke:** Dies ist ein Modulationsparameter, wobei 0 keine Korrektur und 1 eine 100%ige Korrektur bedeutet.
- **CFA:** Diese Option muss für CFA-Bilder mit Bayer-Muster aktiviert werden. Sie funktioniert nicht für den X-Trans-Sensor.

Dieser Vorgang kann auf Sequenzen angewendet werden. Öffnen Sie eine Sequenz und bereiten Sie die Einstellungen vor, die Sie verwenden möchten. Aktivieren Sie dann die Schaltfläche *Auf Sequenz anwenden* und definieren Sie das Ausgabepräfix der neuen Sequenz (standardmäßig cc_).

Hotpixelerkennung

Nennen wir $m_{5 \times 5}$ den Median der 5 nächsten Nachbarn. Wenn der Pixelwert größer ist als

$$m_{5 \times 5} + \max(\text{avgDev}, \sigma_{\text{high}} \times \text{avgDev}),$$

mit avgDev, der *Durchschnittsabweichung* des gesamten Bildes.

Dann wird das Pixel durch den Durchschnitt der *3mal3* Pixel ersetzt: $a_{3 \times 3}$, aber nur wenn

$$a_{3 \times 3} < m_{5 \times 5} + \frac{\text{avgDev}}{2}.$$

Coldpixelerkennung

Wenn der Pixelwert kleiner ist als

$$m_{5 \times 5} - (\sigma_{\text{low}} \times \text{avgDev}),$$

dann wird das Pixel durch $m_{5 \times 5}$ ersetzt.

Abb. 22: Animation zur kosmetischen Korrektur.

Siril Kommandozeile

```
find_cosme cold_sigma hot_sigma
```

Führt eine automatische Erkennung heißer/kalter Pixel anhand der angegebenen Schwellwerte (ins Sigma-Einheiten) durch

Siril Kommandozeile

```
find_cosme_cfa cold_sigma hot_sigma
```

Gleicher Befehl wie FIND_COSME, aber für CFA-Bilder

Verweis: *find_cosme*

9.3.5 Dekonvolution

Die Dekonvolution oder Entfaltung ist ein mathematisches Werkzeug, um Unschärfe- oder Verzerrungseffekte in einem Bild zu kompensieren. Die wahre Szene ist nicht das, was auf Ihrem Sensor aufgezeichnet wird - Sie nehmen eine Schätzung der wahren Szene auf, die von einer PSF (Point Spread Function) gefaltet wird (mathematisch ausgedrückt, die "unscharfe PSF", die atmosphärische Verzerrungen, physikalische Eigenschaften Ihres Teleskops, Bewegungsunschärfe usw. repräsentiert und Ihre Aufnahme verschlechtert). Die Entfaltung kann diese Bildverschlechterung bis zu einem gewissen Grad rückgängig machen. Es ist jedoch wichtig, von vornherein zu sagen, dass die Entfaltung ein Problem ist, das Mathematiker als *inkorrekt gestellt* oder *schlecht gestellt* (ill-posed) bezeichnen (wie die meisten inversen Probleme). Schlecht gestellt bedeutet, dass es entweder keine Lösung gibt, oder wenn doch, dann ist sie nicht eindeutig, und sie ist nicht kontinuierlich von den Daten abhängig. Im Wesentlichen bedeutet dies, dass die Dekonvolution selbst theoretisch sehr schwierig ist und es keine Garantie dafür gibt, dass sie funktioniert.

All dies wird noch schwieriger, wenn wir nicht genau wissen, was die PSF ist, die wir zu entfernen versuchen. In der Astronomie können wir uns theoretisch ein Bild von der PSF machen, indem wir die Wirkung der Unschärfe auf die Punktquellen (Sterne), die wir abbilden, betrachten. Manchmal ist die tatsächliche PSF jedoch nicht über das gesamte Bild hinweg konstant, manchmal verhindern andere Faktoren wie die Sättigung der Sterne, dass die Stern-PSF eine ganz genaue Schätzung der PSF ist, und manchmal (z. B. bei Mondaufnahmen) gibt es keine Sterne.

Siril zielt darauf ab, einen flexiblen Ansatz zur Dekonvolution zu bieten. Es gibt mehrere Optionen für die Definition oder Schätzung der PSF und mehrere Entfaltungsalgorithmen, die für die letzte Phase der Entfaltung nach der Definition der PSF zur Auswahl stehen.

Abb. 23: Beispiel einer Dekonvolution eines Sternfeldes.

Der Zugriff auf die Entfaltung erfolgt über das Menü *Bildverarbeitung* oder über Siril-Befehle.

Überblick über die Nutzung

- Um eine Dekonvolution-PSF zu erzeugen, wählen Sie die gewünschte PSF-Erzeugungsmethode aus und drücken Sie *Erzeuge die PSF*. Dies kann getrennt von der eigentlichen Dekonvolution durchgeführt werden, so dass der Benutzer die Auswirkungen der Änderung der PSF-Parameter sehen kann.
- Siril erzeugt nur monochrome PSFs, da dies der häufigste Anwendungsfall ist und die Benutzeroberfläche vereinfacht. Es können jedoch drei monochrome PSFs gespeichert und zusammengesetzt werden, um eine 3-Kanal-PSF zu erzeugen, die geladen und zur Dekonvolution von 3-Kanal-Bildern verwendet werden kann.
- Um die Dekonvolution auf ein einzelnes Bild anzuwenden, wählen Sie die gewünschte PSF-Erzeugungsmethode aus und drücken Sie *Anwenden*. Wenn zuvor eine Methode zur blinden PSF-Schätzung ausgeführt wurde, wird die Methode automatisch auf *Vorherige PSF* gesetzt, um eine unnötige Neuberechnung der PSF zu vermeiden.
- Um die Entfaltung auf eine Sequenz anzuwenden, gehen Sie wie oben beschrieben vor, stellen aber sicher, dass Sie das Kontrollkästchen *Auf Sequenz anwenden* aktivieren. Sie können auch ein benutzerdefiniertes Präfix für die Ausgabesequenz angeben: Wenn kein anderes Präfix angegeben wird, wird das Standardpräfix (dec_) verwendet.
- Beim der Dekonvolution einer Sequenz wird die PSF nur für das erste Bild berechnet. Dieselbe PSF wird für alle Bilder der Sequenz wiederverwendet.

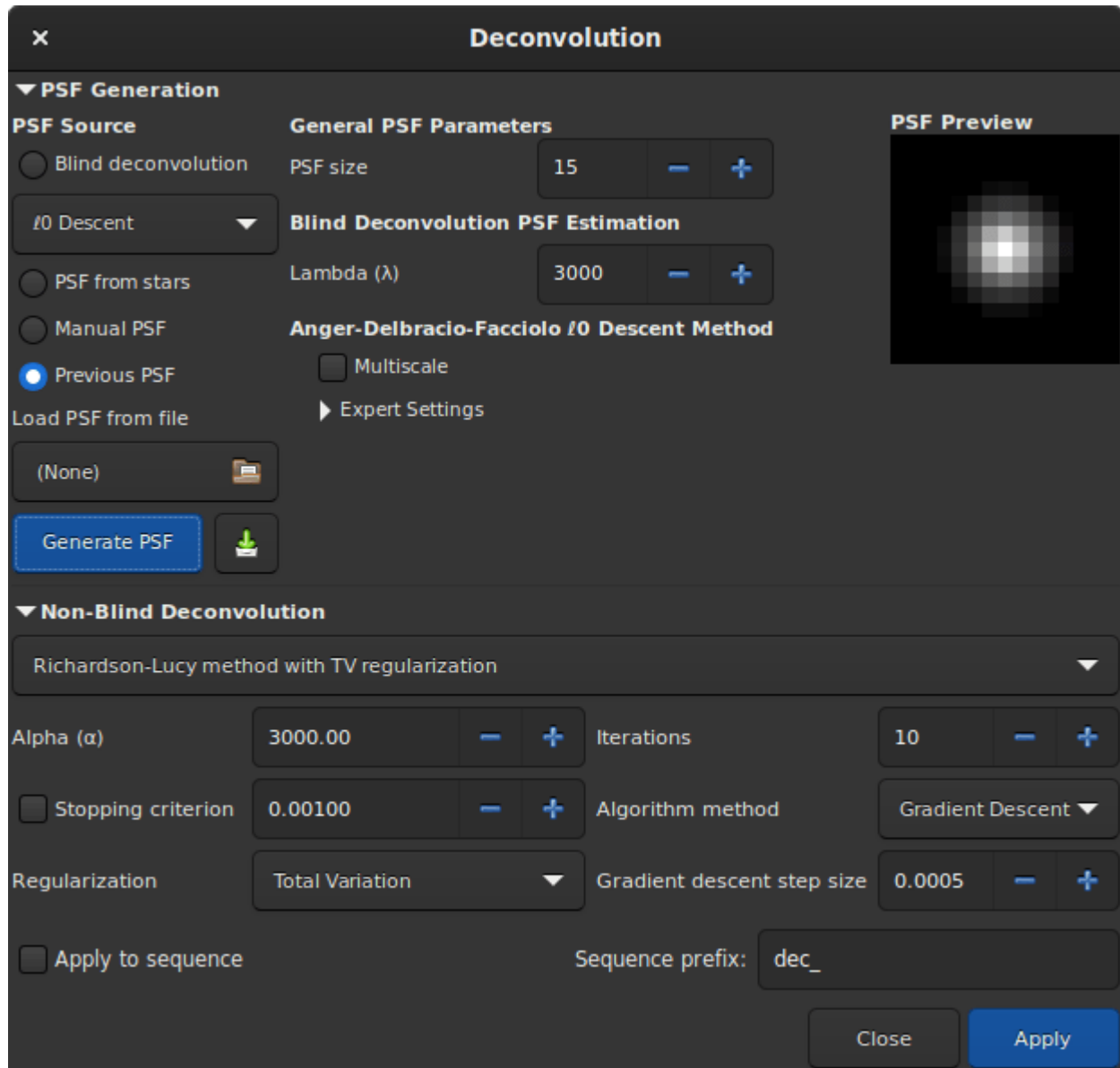


Abb. 24: Dialogbox des Dekonvolution-Werkzeugs.

Überblick über die Methoden zur Definition des Unschärfekerns

- **0 Abstieg:** Dies ist die Standardmethode zur PSF-Schätzung, die auf der Arbeit von Anger, Delbracio und Faccio-lo basiert. Die Parameter müssen im Allgemeinen nicht angepasst werden, außer dass Sie bei besonders großen PSFs vielleicht das Modell zur mehrstufigen PSF-Schätzung ausprobieren möchten. Mehrstufig ist standardmäßig deaktiviert, da während der Entwicklung festgestellt wurde, dass es bei den häufigeren kleinen bis mittleren PSF-Größen zu eher unnatürlichen Ergebnissen führt.
- **Spektrale Unregelmäßigkeit [Goldstein2012]:** Diese Methode zur PSF-Schätzung wird als Alternative angeboten. Im Allgemeinen schneidet sie nicht so gut ab wie die 0 Gradientenabstiegs-Methode, sie kann jedoch nützlich sein, wenn Sie ein Bild entdecken, bei dem die Standardmethode keine guten Ergebnisse liefert. Für diese Methode muss das latent scharfe Bild keine Kanten enthalten, solange das spektrale Zerfallsmodell eingehalten wird. Der Gradientenabstieg 0 hingegen geht von einem ähnlichen Modell aus (da die Kanten den gleichen spektralen Zerfall aufweisen), setzt aber voraus, dass die Gradienten spärlich und kontrastreich sind, d. h. dass die Kanten gleichphasig sind, so dass dieses Modell theoretisch bei kontrastarmen, sternlosen Bildern besser funktionieren könnte. Es sind wahrscheinlich einige Experimente erforderlich, um den Algorithmus zu finden, der am besten zu Ihren Daten passt.
- **PSF aus den Sternen:** Diese Methode modelliert eine PSF aus der durchschnittlichen PSF der ausgewählten Sterne. Es ist wichtig, bei der Auswahl der Sterne wählerisch zu sein: Sie dürfen nicht gesättigt sein, da dies zu einer groben Verzerrung der PSF-Schätzung führen würde, aber sie dürfen auch nicht so schwach sein, dass die Sternanalysefunktionen von Siril ungenaue Messungen der Sterne liefern. Die ausgewählten Sterne sollten einigermaßen hell sein, sich ziemlich zentral im Bild befinden und in einem Bereich des Bildes mit einem ziemlich konstanten Hintergrund liegen. Sobald die Sterne ausgewählt sind, können Sie entweder ein Gauß- oder ein Moffat-Sternprofilmodell wählen. Bei der Ausführung der Dekonvolution wird die PSF aus den durchschnittlichen Parametern der ausgewählten Sterne synthetisiert. Wenn keine Sterne ausgewählt werden, versucht Siril, Sterne mit einer Spitzenamplitude zwischen 0,07 und 0,7 mit einem Moffat-Profil automatisch zu erkennen. Dieser Bereich vermeidet gesättigte Sterne sowie solche, die zu schwach sind, um eine genaue Lösung zu liefern, und liefert im Allgemeinen gute Ergebnisse.
- **Manuelles PSF:** Mit dieser Methode können Sie eine PSF manuell definieren. Es können Gauß-, Moffat-, Scheiben- oder Beugungsscheibchen- PSF-Modelle definiert werden. Beachten Sie, dass die FWHM in Pixeln und nicht in Bogensekunden angegeben wird. Die Gauß- und Moffat-Modelle eignen sich für die Entfaltung der Formen von Sternen, die durch atmosphärische Verzerrungen entstehen; die Scheiben-PSF-Modelle eignen sich für die Dekonvolution des Effekts einer leichten Unschärfe.
- **Lade PSF aus einer Datei:** Mit dieser Methode können Sie ein PSF aus einem beliebigen von Siril unterstützten Bildformat laden. Die bereitgestellte PSF muss quadratisch sein (wenn sie nicht quadratisch ist, wird sie abgelehnt) und sollte ungerade sein (wenn sie nicht ungerade ist, wird sie um ein Pixel in jeder Richtung beschnitten, was jedoch eine leicht dezentrierte PSF ergibt und im Vergleich zur Bereitstellung einer ungeraden PSF nicht optimal ist). Es können entweder monochrome oder 3-Kanal-PSFs geladen werden. Wenn eine 3-Kanal-PSF in Verbindung mit einem monochromen Bild geladen wird, werden die gleich gewichteten Luminanzwerte der PSF verwendet. Wenn eine 3-Kanal-PSF zusammen mit einem 3-Kanal-Bild geladen wird, wird jeder Kanal des Bildes unter Verwendung des entsprechenden Kanals der PSF dekonvolviert. Wenn eine monochrome PSF zusammen mit einem 3-Kanal-Bild geladen wird, wird das Bild in den LAB-Farbraum konvertiert und der L-Kanal (Luminanz) wird unter Verwendung der monochromen PSF dekonvolviert, um die Berechnungen effizienter zu gestalten.
- **Vorherige PSF:** Diese Methode ermöglicht die Wiederverwendung der zuvor geschätzten Unschärfe-PSF. Sie ist vor allem bei den Methoden zur blinden PSF-Schätzung von Nutzen: Wenn Sie mit der geschätzten PSF zufrieden sind, aber eine Reihe von Testläufen mit verschiedenen Parametern für die letzte Stufe der Dekonvolution durchführen möchten, können Sie die vorherige PSF wiederverwenden und etwas Rechenzeit sparen.
- Nach der Schätzung können die PSFs auf Wunsch gespeichert werden. Wenn Siril mit libtiff-Unterstützung kompiliert wurde, wird der PSF im 32-Bit-TIFF-Format gespeichert, mit dem gleichen Dateinamen wie das aktuelle Bild, aber mit einem Datums- und Zeitstempel versehen und mit dem Suffix _PSF. Wenn Siril ohne libtiff-Unterstützung gebaut wurde, wird das PSF als FITS-Datei gespeichert. Während dies das primäre Format von

Siril für astronomische Bilddateien ist, wird TIFF für PSFs bevorzugt: Der Nachteil der Verwendung des FITS-Formats für PSFs ist die möglicherweise eingeschränkte Kompatibilität mit Bildbearbeitungsprogrammen, die Sie zur Bearbeitung oder Untersuchung der gespeicherten Datei verwenden möchten.

Tipp: Während die blinde Dekonvolution einer Entfaltungs-PSF bei linearen und nichtlinearen Daten möglich ist, kann die Verwendung einer PSF aus Stern-PSF nur bei linearen Bildern erfolgen. Andernfalls wären die PSF-Werte nicht gültig.

Überblick über die nicht-blinde Dekonvolution

- **Richardson-Lucy-Dekonvolution** [Lucy1974]: Dies ist der standardmäßige, nicht-blinde Dekonvolutionsalgorithmus. Es handelt sich um ein iteratives Verfahren, das für seine Verwendung bei der Korrektur von Bildverzerrungen in den Anfängen der Betriebszeit des Hubble-Weltraumteleskops bekannt ist. In Siril wird es entweder durch die Methode der totalen Variation (TV) reguliert, die darauf abzielt, den Algorithmus für die Verstärkung des Rauschens zu bestrafen, oder durch die Frobenius-Norm der lokalen Hessian-Matrix. Diese Regularisierung basiert auf den zweiten Ableitungen. Neben der Regularisierung gibt es ein Stoppkriterium, mit dem der Algorithmus frühzeitig gestoppt werden kann, sobald seine Konvergenzrate unter ein bestimmtes Niveau fällt. Eine Erhöhung des Wertes des Stoppkriteriums kann die Ringbildung (Ringing) um Sterne und kontraststarke Kanten reduzieren. Es werden zwei Formulierungen des Richardson-Lucy-Algorithmus angeboten: die multiplikative Formulierung und die Formulierung des Gradientenabstiegs. Letztere ermöglicht eine bessere Kontrolle, da die Schrittgröße des Gradientenabstiegs geändert werden kann (der Nachteil dabei ist, dass durch die Verwendung kleinerer Schritte mehr Iterationen erforderlich sind, um das gleiche Konvergenzniveau zu erreichen). Der größte Vorteil der Gradientenabstiegsmethode ist, dass sie eine stärkere Regularisierung ermöglicht - dies kann beim multiplikativen Richardson-Lucy-Algorithmus problematisch sein, da der Regularisierungsterm im Nenner erscheint und kleine Werte hier (starke Regularisierung) zu Instabilität führen können. Siril verwendet die naive Faltung für kleine Kernelgrößen und die FFT-basierte Faltung für größere Kernelgrößen, bei denen FFTs einen effizienteren Algorithmus bieten. (Dies geschieht automatisch und erfordert keinen Benutzereingriff.)
- **Wiener Filter-Methode:** Diese Methode ist eine nicht-iterative Entfaltungsmethode. Sie modelliert ein angenommenes Gaußsches Rauschprofil, d.h. Rauschen, das durch ein konstantes Profil modelliert wird. Die Konstante Alpha wird verwendet, um die Stärke der Regularisierung in Bezug auf den Rauschpegel festzulegen. Wie bei den anderen Algorithmen sorgt ein kleinerer Wert von Alpha für eine stärkere Regularisierung. Dieser Algorithmus eignet sich gut für Mondbilder, bei denen das Rauschen Gauß- und nicht Poisson-Charakter hat, funktioniert aber in der Regel schlecht bei Deep Space-Bildern, bei denen das Rauschen meist dazu tendiert einer Poisson-Verteilung zu entsprechen.
- **Split-Bregman-Methode:** Diese Methode wird intern im Rahmen der Unschärfe-PSF-Schätzung verwendet und wird auch als Entfaltungsalgorithmus für die letzte Stufe angeboten. Es ist ein häufig verwendeter Algorithmus für die Lösung konvexer Optimierungsprobleme. Auch dieser Algorithmus wird durch eine Kostenfunktion für die Gesamtvariation reguliert. Er schneidet bei Bildern mit Sternen nicht so gut ab wie Richardson-Lucy, kann aber für sternlose Bilder oder Bilder von der Mondoberfläche in Betracht gezogen werden.

Tipp: Die Wahl der Entfaltungsmethode ist sehr wichtig, um gute Ergebnisse zu erzielen. Bei DSO-Bildern ist es im Allgemeinen richtig, eine Richardson-Lucy-Methode zu verwenden: Sowohl die Split-Bregman- als auch die Wiener-Methode liefern aufgrund des extremen Dynamikbereichs um Sterne herum schlechte Ergebnisse. Bei linearen Bildern ist es in der Regel am besten, die Richardson-Lucy-Methode mit Gradientenabstieg zu verwenden, und wenn in der Nähe heller Sterne Ringing auftritt, sollte die Schrittweite verringert werden. Dieser Ansatz verringert die Auswirkung jeder Iteration, so dass mehr Iterationen erforderlich sind, aber es bedeutet, dass Sie eine feinere Kontrolle erreichen können, indem Sie die Dekonvolution nur bis zu dem Punkt durchführen, an dem sich Artefakte bilden, und dann ganz leicht zurückgehen. Für gestreckte Bilder können Sie den multiplikativen Richardson-Lucy-Algorithmus verwenden.

Tipp: Für gestackte Mond- und Planetenbilder können die Split-Bregman- oder Wiener-Methoden besser geeignet sein. Diese Methoden erfordern im Allgemeinen keine Iteration wie die Richardson-Lucy-Methode und sind möglicherweise besser für die Rauscheigenschaften von gestackten Bildern mit hohem Signal-Rausch-Verhältnis geeignet. (Der Richardson-Lucy-Algorithmus basiert auf der Annahme eines Poisson-Rauschens, was in der Regel auf DeepSky-Bilder zutrifft, während die hier implementierte Wiener-Methode von einer Gaußschen Rauschverteilung ausgeht, die besser zu gestackten Planeten-/Mondbildern passt.)

Parameter und Einstellungen

Allgemeine Einstellungen

- Größe der PSF. Die PSF-Eingangsgröße sollte ausreichend groß gewählt werden, um sicherzustellen, dass die PSF im angegebenen Bereich enthalten ist. Wird sie jedoch zu groß gewählt, können die Methoden zur blinden PSF-Schätzung zu einem schlechteren und zeitaufwändigeren Ergebnis führen.
- Lambda (λ). Regularisierungsparameter für die PSF-Schätzung. Versuchen Sie, diesen Wert für verrauschte Bilder zu verringern.

Einstellung zur PSF Schätzung des σ_0 Gradientenabstiegs

- Mehrstufig. Diese Einstellung aktiviert die mehrstufige PSF-Schätzung. Dies kann helfen, die PSF-Schätzung zu stabilisieren, wenn eine große PSF-Größe angegeben wird, aber einige PSFs, die mit dieser Option erzeugt werden, können zu unnatürlich aussehenden Ergebnissen führen, weshalb sie standardmäßig deaktiviert ist.
- Experteneinstellungen. Diese sollten normalerweise nicht angepasst werden müssen, werden aber für Neugierige zur Verfügung gestellt.
 - Gamma legt die Stärke der Regularisierung fest, die bei der Durchführung der Vorhersage des geschärften Bildes verwendet wird. Bei einem gegebenen Gamma wird mit zunehmendem Rauschen auch die Schätzung stärker verrauscht. Wenn Gamma erhöht wird, wird die Schätzung weniger durch Rauschen beeinträchtigt, ist aber tendenziell glatter. Der Standardwert von 20 wurde in [Anger2019] experimentell ermittelt.
 - Iterationen legt die Anzahl der Iterationen fest, die bei der PSF-Schätzung verwendet werden. Die Autoren des Algorithmus berichten, dass es nur einen minimalen Vorteil bringt, diese Zahl auf 3 zu erhöhen, und dass es überhaupt keinen Vorteil bringt, sie über 3 hinaus zu erhöhen.
 - Lambda-Verhältnis und Lambda-Minimum legen die Parameter für die Verfeinerung der Schärfevorhersage durch aufeinanderfolgende Werte des Regularisierungsparameters für die Vorhersage des geschärften Bildes bei jeder Iteration der Methode fest.
 - Skalierungsfaktor, Hochskalierungsunschärfe und Herunterskalierungsunschärfe werden nur verwendet, wenn die mehrstufige Schätzung aktiv ist. Sie legen den Standard-Skalierungsfaktor zwischen den einzelnen Skalierungsstufen und den Grad der Unschärfe fest, der bei der Neuskalierung zwischen den einzelnen Skalen verwendet wird.
 - Kernel-Schwellenwert. Werte unterhalb dieser Schwelle werden bei der PSF-Schätzung auf Null gesetzt.

Spektrale Unregelmäßigkeit Einstellungen für die PSF-Schätzung

- Der Kompensationsfaktor steuert die Stärke eines Filters, der verwendet wird, um eine übermäßige Schärfe in der geschätzten PSF zu vermeiden. Für Bilder mit intrinsischer Unschärfe sollte ein Wert nahe bei Eins verwendet werden. Bei an sich scharfen Bildern können niedrige Werte zu Artefakten führen und der Wert sollte auf eine große Zahl erhöht werden, um den Filter effektiv zu deaktivieren.
- Experteneinstellungen. Diese sollten normalerweise nicht angepasst werden müssen, werden aber für Neugierige zur Verfügung gestellt.
 - Iterationen der inneren Schleife legt die Anzahl der Iterationen fest, die in der inneren Schleife der spektralen Unregelmäßigkeitsmethode durchgeführt werden. Der Algorithmus konvergiert schnell und es kann möglich sein, die Anzahl der Iterationen auf etwa 100 zu reduzieren, ohne dass sich das Ergebnis wesentlich verschlechtert.
 - Abtastungen der äußerer Schleife. Hier wird festgelegt, wie viele Zufallsphasen abgetastet werden sollen. Da die Phasenabfrage mit zufälligen Werten für jede Probe beginnt, ist es wichtig, genügend Proben zu ziehen, um zu vermeiden, dass ein lokales Minimum erreicht wird. Die PSF stabilisiert sich bei Bildern mit geringem Rauschen schnell, aber wenn Sie mit dieser Methode bessere Ergebnisse erzielen möchten, sollten Sie dies als erste der Experteneinstellungen ausprobieren, insbesondere bei Bildern mit höherem Rauschen.
 - Iterationen der äußeren Schleife. [Anger2018], legt nahe, dass 2 Iterationen ausreichen können, um eine plausible PSF-Schätzung zu erhalten, und dass es unnötig ist, diesen Wert über 3 zu erhöhen.

PSF aus den Sternen

- Diese Methode der PSF-Erzeugung hat keine einstellbaren Parameter. Sie erzeugt eine PSF basierend auf den durchschnittlichen Parametern der ausgewählten Sterne mit dem Befehl *findstar* oder dem Dialog *Dynamische PSF*. Die durchschnittlichen Parameter werden im Dekonvolutionsdialog angezeigt, wenn diese PSF-Erzeugungsmethode gewählt wird. Es ist besser, wenn der Benutzer die Sterne, die er für diese Methode verwenden möchte, aktiv auswählt, um eine möglichst genaue PSF zu erhalten. Idealerweise sollten etwa 10 ziemlich helle, aber nicht gesättigte Sterne aus dem zentralen Bereich des Bildes ausgewählt werden (um Sterne auszuschließen, die möglicherweise unter Koma oder anderen Aberrationen leiden). Wenn der Benutzer jedoch keine Sterne ausgewählt hat, versucht Siril, geeignete Sterne automatisch zu erkennen, indem es seine Erkennungs-routine mit Filtern durchführt, die so eingestellt sind, dass nur Sterne mit Spitzenamplituden zwischen 0,07 und 0,7 berücksichtigt werden. Dieser Bereich vermeidet sowohl gesättigte Sterne als auch solche, die zu schwach sind, um eine genaue Lösung zu liefern. Dies funktioniert in den meisten Fällen gut, kann aber dennoch durch außermittige Aberrationen beeinträchtigt werden.
- Wenn Sie das Kontrollkästchen *Symmetrische PSF* aktivieren, wird die erzeugte PSF perfekt kreisförmig sein. Dies entspricht dem durchschnittlichen FWHM und Beta der ausgewählten Sterne, aber nicht der Elongation.

Manuelle PSF

Diese Methode der PSF-Erzeugung ermöglicht die Erzeugung einer benutzerdefinierten parametrischen PSF.

- Der Profiltyp ermöglicht die Wahl des PSF-Profiles. Es werden Gauß-, Moffat-, Scheiben- und Beugungsscheibchen-PSFs unterstützt.
 - Gauß- und Moffat-PSFs werden für den Abgleich der aus dem Bild gemessenen Sternparameter verwendet. Sie sollten eine gute Schätzung der gesamten Unschärfefunktion liefern, die auf das Bild angewendet wird, da Sterne Punktlichtquellen sind.
 - Scheiben-PSFs werden zur Dekonvolution von Bildern verwendet, die unscharf sind.



Abb. 25: Ein Beispiel für Moffat-PSF mit $\text{fwhm}=5''$, Winkel= 45° , Verhältnis= $1,20$, $\beta = 4, 5$ und einer PSF-Größe von 15.



Abb. 26: Ein Beispiel für ein Scheibenprofil mit $\text{fwhm}=5''$ und einer PSF-Größe von 15.

- PSFs von Beugungsscheibchen werden verwendet, um die Beugung, die als physikalische Folge der Lichtbeugung durch die Öffnung Ihres Teleskops auftritt, zu korrigieren.



Abb. 27: Beispiel einer Beugungsscheibchen-PSF mit Teleskopdurchmesser= 250mm , Brennweite= 4500mm , Wellenlänge= 525nm , Pixelgröße= $2,9\mu\text{m}$, zentraler Obstruktion= 40% und einer PSF-Größe von 41.

- FWHM gibt die volle Breite bei halbem Maximum des gewählten Profils an (bei Scheiben-PSFs wird einfach der Radius angegeben).
- Beta (β) gibt den im Moffat-PSF-Profil verwendeten Beta-Parameter an. Er wird bei anderen PSF-Profilen ignoriert.
- Für Beugungsscheibchen-PSFs sind eine Reihe von Parametern Ihres Teleskops und Sensors erforderlich:
 - Öffnung
 - Brennweite
 - Sensor-Pixelgröße
 - Zentrale Wellenlänge, die abgebildet wird. Siril versucht, diese Daten aus den Metadaten Ihres Bildes zu extrahieren, wenn sie verfügbar sind. Wenn jedoch einige Parameter fehlen oder fehlerhaft erscheinen, hebt Siril sie hervor und gibt eine Warnung im Protokoll aus, die Ihnen empfiehlt, sie zu überprüfen. Das Verhältnis der zentralen Obstruktion ist ebenfalls erforderlich, um ein genaues Beugungsscheibchen zu erzeugen. Dieser wird als Prozentsatz ausgedrückt, d. h. die Gesamtfläche der zentralen Obstruktion geteilt durch die Gesamtfläche der Öffnung $\times 100$. Bei Refraktoren ist dieser Wert gleich Null, bei anderen Teleskopen variiert er: Er kann bei einem Newton-Reflektor etwa 20 % und bei einigen korrigierten Dall-Kirkham-Teleskopen sogar 40-50 % betragen. Sie müssen Ihr Instrument ausmessen oder die Spezifikationen des Herstellers konsultieren.

Richardson-Lucy Dekonvolution

Die Parameter zur Konfiguration der Richardson-Lucy-Entfaltung in Siril lauten wie folgt:

- **alpha** legt die Stärke der Regularisierung fest. Ein kleinerer Wert von alpha führt zu einer stärkeren Regularisierung und einem glatteren Ergebnis; ein größerer Wert verringert die Stärke der Regularisierung und bewahrt mehr Bilddetails, kann aber zu einer Verstärkung des Rauschens führen.
- **Iterationen** gibt die maximale Anzahl der zu verwendenden Iterationen an. Wenn kein Rauschen vorhanden ist, führt eine große Anzahl von Iterationen dazu, dass die Entfaltung die Schätzung näher an das wahre Bild

heranführt. Eine zu große Anzahl von Iterationen verstärkt jedoch auch das Rauschen und verursacht Ringing-Artefakte um Sterne. Die Voreinstellung ist 1 Iteration: eine höhere Zahl kann eingestellt werden, um mehrere Iterationen automatisch zu berechnen, oder Sie können *Anwenden* drücken, um eine Iteration nach der anderen anzuwenden, bis Sie mit dem Ergebnis zufrieden sind. (Oder gehen Sie noch einen Schritt weiter, entscheiden Sie, dass Sie nicht mehr zufrieden sind und verwenden Sie *Undo*.)

- **Stoppkriterium** legt ein Konvergenzkriterium auf der Grundlage aufeinander folgender Schätzungsdifferenzen fest. Damit wird der Algorithmus angehalten, sobald die Konvergenz innerhalb der angegebenen Grenze liegt. Dies ist ein wichtiger Parameter - wenn Sie Ringe um Sterne in Ihrem endgültigen Bild erhalten, versuchen Sie, den Wert des Stoppkriteriums zu erhöhen. Sie können diese Funktion auch ganz deaktivieren, indem Sie das Kontrollkästchen abwählen.
- **Algorithmus/Mmethode** gibt an, ob die multiplikative Implementierung oder die Implementierung des Gradientenabstiegs verwendet werden soll.
- **Schrittgröße des Gradientenabstiegs** gibt die Schrittweite für die Implementierung des Gradientenabstiegs an. Sie sollte nicht zu groß gewählt werden, da der Algorithmus sonst nicht konvergieren kann. Dieser Parameter hat keine Auswirkung, wenn die multiplikative Implementierung ausgewählt ist.

Tipp: Bei linearen Bildern bieten die Methoden des Gradientenabstiegs die notwendige Kontrolle, um Ringing um Sterne herum zu vermeiden. Bei der Dekonvolution von gestreckten Bildern kann dies jedoch unnötig langsam sein, so dass die Verwendung der multiplikativen Methoden oft Zeit sparen kann, ohne die Bildqualität zu beeinträchtigen.

Split Bregman Dekonvolution

Die Parameter für die Konfiguration der Split-Bregman-Entfaltung in Siril lauten wie folgt:

- **alpha** legt die Stärke der Regularisierung fest. Ein kleinerer Wert von alpha führt zu einer stärkeren Regularisierung und einem glatteren Ergebnis; ein größerer Wert verringert die Stärke der Regularisierung und bewahrt mehr Bilddetails, kann aber zu einer Verstärkung des Rauschens führen.
- **Iterationen** gibt die maximale Anzahl der zu verwendenden Iterationen an. Die Split-Bregman-Methode erfordert nicht mehrere Iterationen in der hier implementierten Form, kann aber auf Wunsch iteriert werden. Dies macht im Allgemeinen nur einen kleinen Unterschied und ist daher standardmäßig auf 1 eingestellt.

Wiener Filter

Die Wiener Entfaltung in Siril erfordert nur einen Parameter:

- **alpha** legt die Stärke der Regularisierung fest. Ein kleinerer Wert von alpha führt zu einer stärkeren Regularisierung und einem glatteren Ergebnis; ein größerer Wert verringert die Stärke der Regularisierung und bewahrt mehr Bilddetails, kann aber zu einer Verstärkung des Rauschens führen.

FFTW Leistungseinstellungen

Die Algorithmen zur PSF-Schätzung und -Entfaltung machen ausgiebig Gebrauch von schnellen Fourier-Transformationen (FFT) unter Verwendung der FFTW-Bibliothek. Dies bietet eine Reihe von Einstellungsmöglichkeiten, die auf der Registerkarte "Speichereinstellungen" des Siril-Hauptdialogs *Einstellungen* angepasst werden können.

Hinweis zur Reihenfolge der Bildzeilen

Bei verschiedenen Arten von Bildern, die von Siril verarbeitet werden, können die Pixeldaten in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet sein. SER-Videodateien speichern die Daten immer von oben nach unten, während FITS-Dateien die Daten entweder von unten nach oben oder von oben nach unten speichern können. Die ursprüngliche Empfehlung lautet "von unten nach oben", allerdings stammen FITS-Dateien zunehmend von CMOS-Kameras, bei denen die Pixelreihenfolge eher von oben nach unten verläuft.

Wenn ein Bild mit einer PSF dekonvolviert wird, die aus demselben Bild (oder bei geöffnetem Bild) erstellt wurde, ist dies kein Problem. Es kann jedoch zu Problemen kommen, wenn eine PSF mit einem Bild mit einer Reihenfolge erzeugt und zur Dekonvolvierung eines Bildes oder einer Sequenz mit der entgegengesetzten Reihenfolge verwendet wird. Dies ist ein Nischenanwendungsfall, aber die konsequente Handhabung führt zu einem Verhalten, das auf den ersten Blick überraschend sein kann: Es wird daher im Folgenden erläutert.

Siril behandelt das Problem, indem es die Zeilenreihenfolge des Bildes verfolgt, mit dem das PSF erstellt wurde. PSFs werden immer in der Reihenfolge von unten nach oben gespeichert (wobei sie automatisch umgedreht werden, wenn sie mit einem Bild von oben nach unten erstellt wurden), und wenn sie geladen werden, wird die Reihenfolge an die Reihenfolge des aktuell geöffneten Bildes angepasst. Wird ein Bild mit der entgegengesetzten Zeilenreihenfolge geöffnet, wird die Zeilenreihenfolge des PSF entsprechend geändert. Das bedeutet, dass, wenn Sie z. B. einige FITS-Bilder von unten nach oben nehmen, eines davon zur Erzeugung einer PSF verwenden und sie dann in eine SER-Sequenz von oben nach unten konvertieren, die PSF in die richtige Ausrichtung konvertiert wird, um mit der SER-Sequenz übereinzustimmen. Wenn eine PSF in der Vorschau angezeigt wird, während ein Bild mit der umgekehrten Reihenfolge geöffnet wird, wird die Vorschau nicht sofort aktualisiert: Die Änderung der Reihenfolge wird automatisch erkannt und die PSF zu dem Zeitpunkt gespiegelt, zu dem sie auf das Bild angewendet wird.

Verbrecheralbum

In diesem Abschnitt werden einige Beispiele gezeigt, bei denen die Dekonvolution schief gelaufen ist, und es wird erklärt, warum.

Dekonvolution: Tipps für die Verwendung

Sie sind über die Schaltfläche "Hinweise" im Entfaltungswerkzeug in Siril hierher gelangt. Keine Sorge: Dekonvolution ist eine knifflige Technik. Selbst in der mathematischen Theorie ist sie sehr schwierig: Es gibt keine Garantie dafür, dass das Verfahren immer zu einer eindeutigen Lösung konvergiert, die Ihr Bild verbessert. Daher finden Sie hier einige Tipps, wie Sie die Dekonvolution von Siril optimal nutzen können.

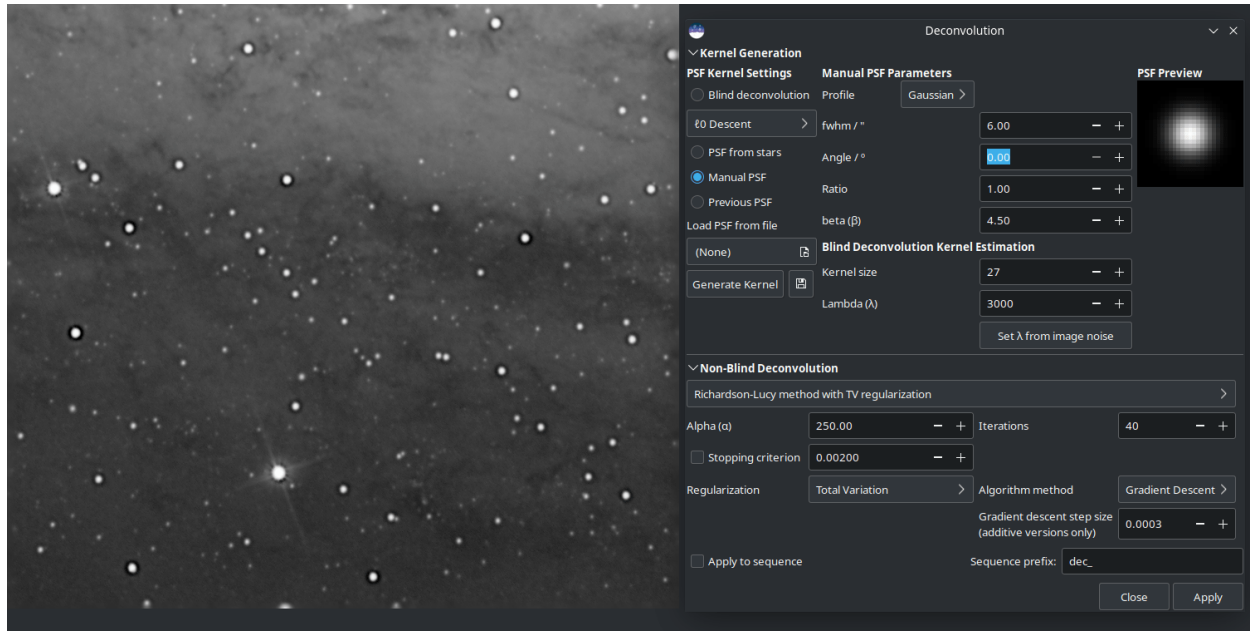


Abb. 28: Die manuell festgelegte PSF war zu groß, was zu großen dunklen Ringen um die Sterne führte.

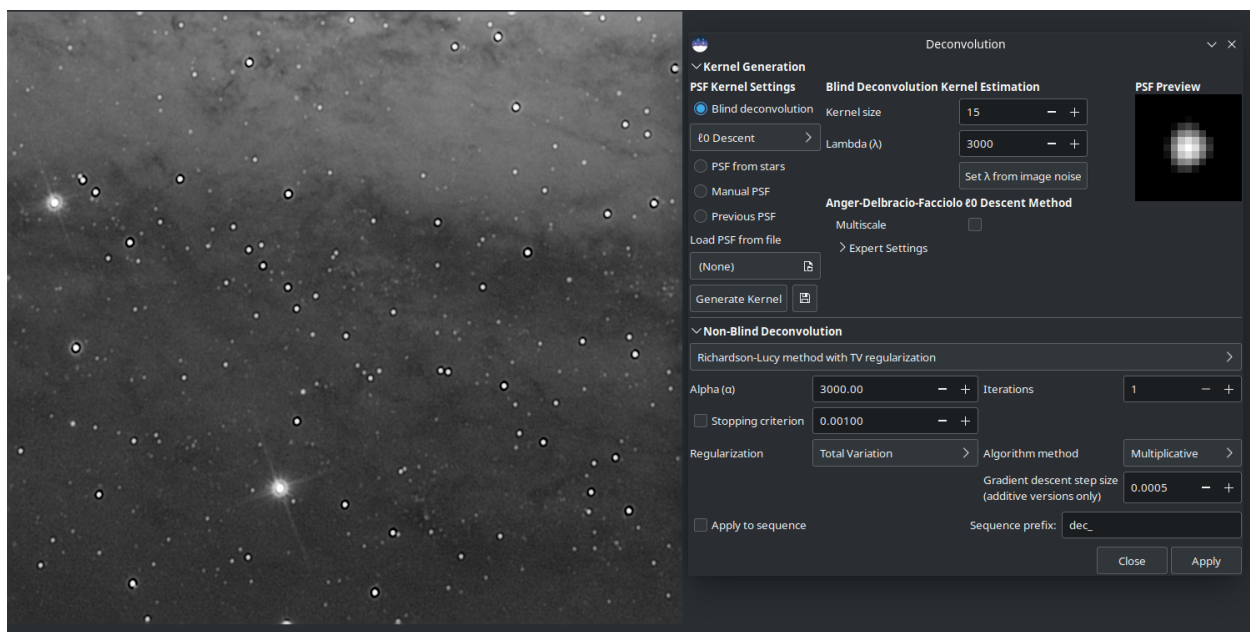


Abb. 29: Es wurden zu viele Iterationen durchgeführt. (Ich habe sie einzeln angewandt, um das Ergebnis zu übertreiben, weshalb der Iterationsparameter immer noch 1 anzeigt.)



Abb. 30: Eine Nahaufnahme zeigt die Auswirkungen einer zu starken Regularisierung ($\alpha = 30$) mit der multiplikativen Version von Richardson-Lucy. Für eine starke Regularisierung und / oder eine bessere Kontrolle über jede Iteration wird die Formulierung des Gradientenabstiegs empfohlen.

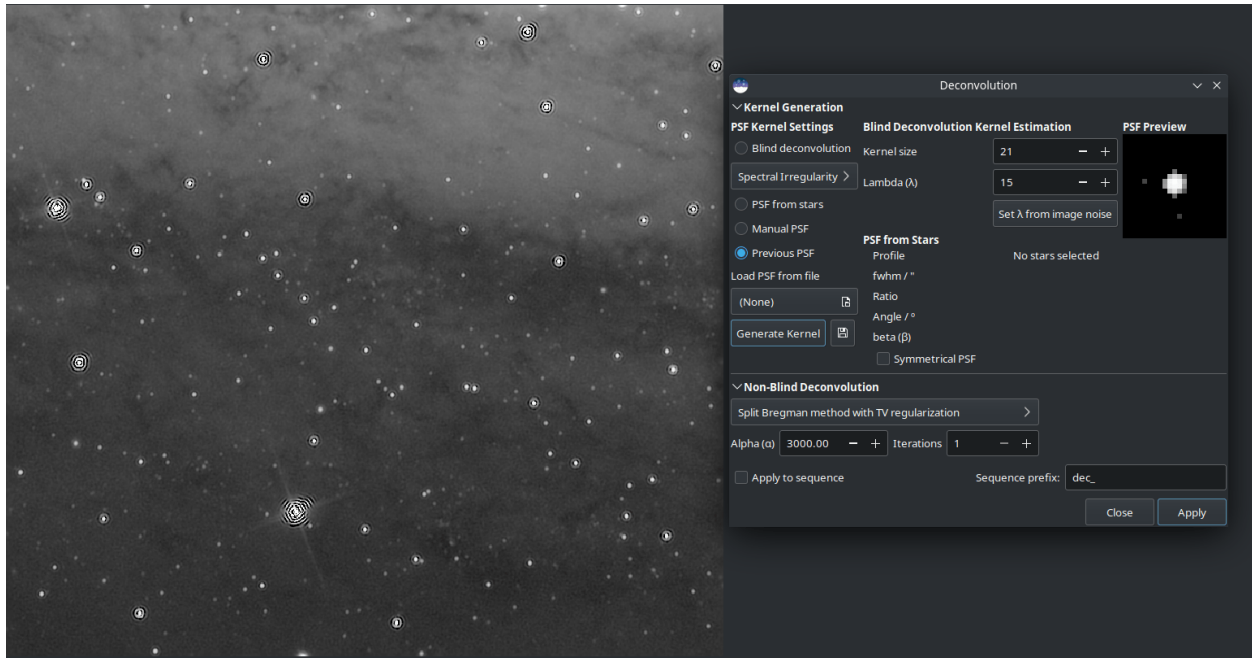


Abb. 31: Typisches Beispiel für den Versuch, ein nicht gestrecktes Sternfeld mit Split Bregman (in diesem Fall) oder Wiener Filter zu dekonvolvieren. Diese sind besser für Planeten-/Mond-/Sonnenbilder geeignet; für Sternenslandschaften wird immer Richardson-Lucy empfohlen.

Welchen PSF soll ich verwenden?

Die Verwendung einer präzisen PSF ist von grundlegender Bedeutung, um gute Ergebnisse bei der Dekonvolution zu erzielen. Die beiden einfachsten Möglichkeiten zur Erzeugung einer PSF sind die Verwendung einer blinden PSF-Schätzung oder die Modellierung der PSF anhand von Sternen im Bild.

PSF aus den Sternen

Siril kann Sterne in Ihrem Bild erkennen und modellieren. Einzelheiten finden Sie auf der Handbuchseite zu *Dynamische PSF*. Um ein gutes Modell für Ihre PSF zu erhalten, versuchen Sie, das Moffat-Sternprofil in Dynamische PSF auszuwählen. Sterne sind Punktlichtquellen, so dass die Streufunktion eines durchschnittlichen Sterns ein gutes Modell für die Unschärfefekte ist, die wir durch Entfaltung zu entfernen versuchen.

Tipp: Sobald Sie Sterne gefunden haben, sortieren Sie sie nach der Spitzenamplitude (Parameter "A"). Wählen Sie alle Sterne mit einer Amplitude von mehr als 0,7 oder weniger als 0,1 aus und löschen Sie sie, und wenn Ihr Bild Hintergrundgalaxien enthält, überprüfen Sie, dass keine falsch-positiven Sterne übrig bleiben. Sterne in diesem Helligkeitsbereich sind nicht gesättigt und nicht zu schwach, um ein genaues PSF-Modell zu liefern.

Tipp: Während die blinde Dekonvolution einer Entfaltungs-PSF bei linearen und nichtlinearen Daten möglich ist, kann die Verwendung einer PSF aus Stern-PSF nur bei linearen Bildern erfolgen. Andernfalls wären die PSF-Werte nicht gültig.

Blinde PSF-Schätzung

Diese Methoden können eine PSF automatisch auf der Grundlage des Bildes selbst schätzen. Wenn Sie keine besseren Vorkenntnisse über die PSF haben, wie z. B. Sterne im Bild (z. B. Mondbilder, die keine Sterne enthalten), ist dies möglicherweise die beste Option. In den meisten Fällen ist es empfehlenswert, die Standardmethode `0` zu verwenden: Sie ist schneller und liefert in der Regel bessere Ergebnisse.

Tipp: Wie auch immer Sie Ihre PSF erzeugen, prüfen Sie in der Vorschau, ob sie nicht abgeschnitten aussieht. Wenn dies der Fall ist, erhöhen Sie die PSF-Größe, bis keine wesentlichen Teile des PSF mehr abgeschnitten werden.

Andere PSF-Erzeugungsmethoden

Andere erwähnenswerte Methoden zur PSF-Erzeugung sind das manuelle Scheibenprofil und die Beugungsscheibchen. Das Scheibenprofil kann verwendet werden, um Bilder zu verbessern, bei denen der Fokus minimal verschoben ist. Versuchen Sie, die Größe der Scheibe an die Stärke der Unschärfe anzupassen. Das Beugungsscheibchen kann verwendet werden, um die leichte Unschärfe zu korrigieren, die durch die Beugung der Teleskopoptik selbst verursacht wird.

Tipp: Wenn Sie über ein hervorragendes Seeing verfügen (wenig bis keine atmosphärische Unschärfe), reicht es vielleicht aus, das Bild mit einem Beugungsscheibchen zu entfalten.

Dekonvolvierung des Bildes

Sobald Sie eine PSF erzeugt haben, mit der Sie zufrieden sind, können Sie Ihr Bild entfalten. Um gute Ergebnisse zu erzielen, ist es wichtig, die richtigen Einstellungen zu verwenden.

Tipp: Die Entfaltung ist bei großen Bildern recht langsam. Um die besten Parameter schneller zu finden, speichern Sie Ihre Arbeit an dieser Stelle und schneiden Sie einen kleinen repräsentativen Teil des Bildes aus. Entfalten Sie diesen mit verschiedenen Einstellungen und verwenden Sie die Schaltfläche Rückgängig/Undo, bis Sie zufrieden sind. Machen Sie dann die Rückgängig-Funktion noch einmal rückgängig, um zu Ihrem unbeschnittenen Bild zurückzukehren, und wenden Sie die Einstellungen auf das gesamte Bild an.

Bilder mit Sternen

Bilder, die Sterne enthalten, insbesondere lineare (nicht gestreckte) Daten, sollten immer mit der Richardson-Lucy-Methode entfaltet werden. Ignorieren Sie Split Bregman und Wiener: Diese Algorithmen sind besser für Bilder des Sonnensystems geeignet.

Bei der Dekonvolution von Deep-Sky-Aufnahmen gibt es zwei Schwierigkeiten: Ringing um helle Sterne und Rauschverstärkung im Hintergrund.

Um die Ringe um die Sterne zu vermeiden, verwenden Sie die Methode des Gradientenabstiegs und erhöhen Sie die Anzahl der Iterationen allmählich, bis Sie Anzeichen für die Bildung dunkler Ringe um die Sterne sehen, und reduzieren Sie dann die Iterationen etwas.

Die obige Animation zeigt, wie sich die Verringerung der Anzahl der Iterationen der multiplikativen Formulierung von Richardson-Lucy auswirkt: Sie veranschaulicht auch die feinere Steuerung, die durch die Verwendung der Gradientenabstiegmethode erreicht werden kann, allerdings auf Kosten von mehr Iterationen.

Um die Verstärkung des Hintergrundrauschens in den Griff zu bekommen, können Sie versuchen, vor der Entfaltung eine kleine Rauschunterdrückung anzuwenden. Wählen Sie im Dialogfeld Rauschunterdrückung den sekundären Ent-rauschungsalgorithmus Anscombe VST und lassen Sie die Modulation recht niedrig, etwa 50-60 %. Sie wollen nur das Rauschen reduzieren, damit Sie die Anzahl der Iterationen etwas erhöhen können, und nicht ein völlig glattes Bild erzeugen.

Mondbilder

In der Regel möchten Sie ein Mondbild nach dem Stacking schärfen. Gestackte Mondbilder können mit den Methoden Split Bregman oder Wiener sehr gut geschärft werden. Meine übliche Wahl ist Split Bregman. Versuchen Sie, den Wert von α auf dem Standardwert zu belassen und das Bild mit einer blind geschätzten σ PSF zu entfalten. Das folgende Beispiel zeigt ein frisch gestacktes Mondbild (d.h. es wurde noch keine Wavelet-Verarbeitung durchgeführt).

Gestackte Planetenaufnahmen

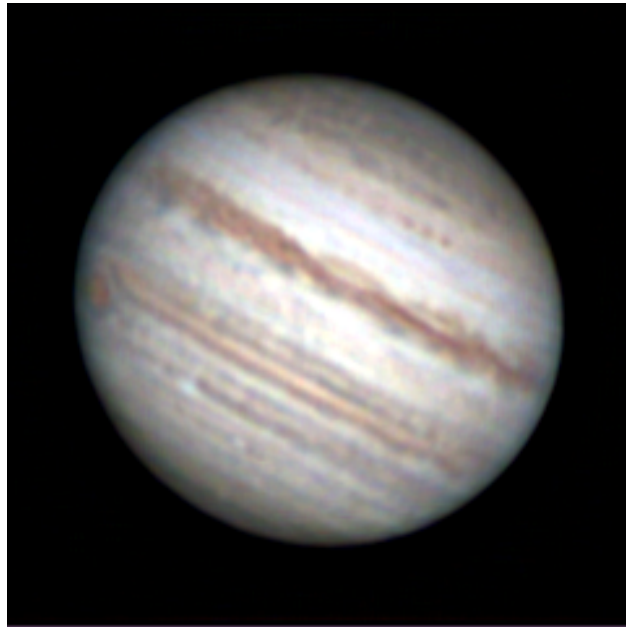
Ein typische Workflow für Planetenaufnahmen beinhaltet das Stacken des planetarischen SER-Videos in einem Spezialwerkzeug wie Autostakkert! oder Astrosurface und die anschließende Schärfung des resultierenden Bildes mit Hilfe von Wavelets und Dekonvolution. Eine Kombination aus dem Siril-Werkzeug A trous Wavelets und dem Werkzeug Dekonvolution liefert hervorragende Ergebnisse, wie hier gezeigt. Dieses Bild von Jupiter wurde zunächst mit Wavelets geschärft, wobei der erste Ebenenregler auf 75, der zweite auf 10 und alle anderen auf die Standardeinstellungen gesetzt wurden. Anschließend wurde eine Farb-PSF aus drei Beugungsscheibchen erstellt, die für das verwendete Teleskop und den verwendeten Sensor berechnet wurden (ein 6"-Newton mit einer 3fach-Barlow-Linse und einer ASI462MC-Kamera mit 2,9-Mikrometer-Pixeln), die mit dem RGB-Kompositionswerkzeug zusammengesetzt wurden. Damit wurde das Bild mit 6 Iterationen von Richardson-Lucy (hier habe ich die multiplikative Version verwendet) entfaltet. Mit jedem Schritt wird das Bild schärfer.



Rohstack, noch unscharf.

Bearbeitet in Siril mit der Wavelet-Zerlegung, Wavelet-Schicht 1 Stärke 75, Wavelet-Schicht 2 Stärke 10.

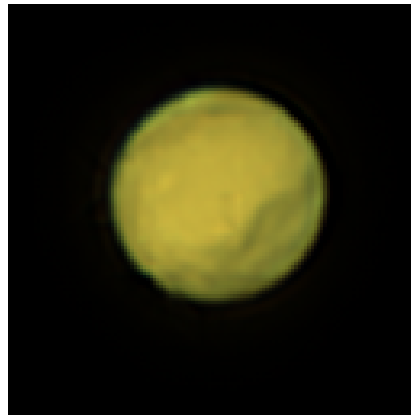
Bearbeitet mit Wavelets wie oben, und dann mit 6 Iterationen der multiplikativen Richardson-Lucy-Entfaltung geschärft.



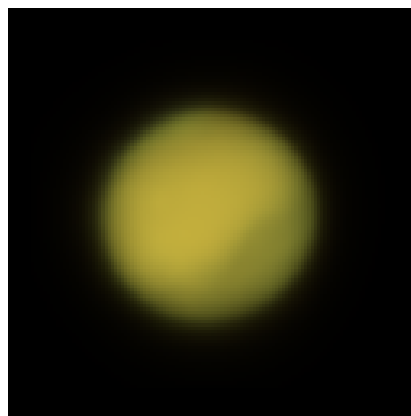
Ungestackte Planetensequenzen

Tipp: Achtung: Diese Methode ist extrem langsam, da sie die individuelle Verarbeitung von typischerweise 30.000 (oder mehr) Bildern in einer Planetensequenz erfordert!

Vielleicht möchten Sie versuchen, die Beugung der Teleskopoptik vor dem Stacking zu korrigieren, indem Sie Ihre Sequenz mit einer Beugungsscheibchen-PSF entfalten. Um dies mit einer typischen One-Shot-Farb-Planetenkamera zu tun, muss die Sequenz beim Laden auf "Debayern" eingestellt werden. Wenn Sie möchten, können Sie noch einen Schritt weiter gehen und drei separate Beugungsscheibchen für rote, grüne und blaue Wellenlängen erzeugen (typischerweise 600 nm, 530 nm bzw. 450 nm). Siril kann nicht direkt eine Farb-PSF erzeugen (die Dekonvolution-Benutzeroberfläche ist komplex genug!), aber wenn Sie jede der roten, grünen und blauen Beugungsscheibchen separat speichern, können Sie sie mit dem RGB-Kompositionswerkzeug zu einer Farb-PSF kombinieren. Wenn Sie diese speichern und ein Farbbild oder eine Farbsequenz laden, wird die PSF in Farbe geladen und jeder Farbkanal wird mit der entsprechenden PSF entfaltet.



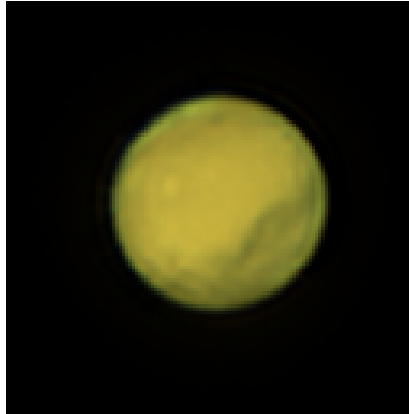
Gestapelt und geschärft, ohne einzelne Bilder zu entfalten.



Rohstapel: die besten 30 % von 91k Einzelbildern werden mit Siril entfaltet.

Ergebnis der Schärfung des individuell entfalteten Stacks.

Im obigen Bild ist eine leichte Verbesserung der Kantenform in der Version zu erkennen, die vor dem Stacking Bild für Bild mit einer Beugungsscheibchen-PSF nach der Richardson-Lucy-Methode von Siril entfaltet wurde, aber es ist Vorsicht geboten, um Detailverluste zu vermeiden. Dieser Prozess ist sehr langsam: Meine Entwicklungsmaschine benötigte 4,5 Stunden für die Dekonvolution jedes der 91k Einzelbilder in dieser Sequenz, und die Verbesserung dürfte, wenn überhaupt, nur gering sein.



Befehle

Siril Kommandozeile

```
makepsf clear
makepsf load filename
makepsf save [filename]
makepsf blind [-l0] [-si] [-multiscale] [-lambda=] [-comp=] [-ks=] [-savepsf=]
makepsf stars [-sym] [-ks=] [-savepsf=]
makepsf manual { -gaussian | -moffat | -disc | -airy } [-fwhm=] [-angle=] [-ratio=] [-
  ↪beta=] [-dia=] [-fl=] [-wl=] [-pixelsize=] [-obstruct=] [-ks=] [-savepsf=]
```

Erzeugt eine PSF zur Verwendung mit der Dekonvolution, eine der drei Methoden die durch die Befehle RL, SB oder WIENER erstellt werden. Als erstes Argument muss eine der folgenden Optionen angegeben werden: **clear** (löscht die vorhandene PSF), **load** (lädt eine PSF aus einer Datei), **save** (speichert die aktuelle PSF), **blind** (blinde Schätzung der PSF), **stars** (erzeugt eine PSF auf der Grundlage von gemessenen Sternen aus dem Bild) oder **manual** (erzeugt eine PSF manuell auf der Grundlage einer Funktion und von Parametern).

Bei Verwendung des Arguments **clear** sind keine zusätzlichen Argumente erforderlich.

Um ein zuvor gespeichertes PSF zu laden, benötigt das Argument **load** den PSF-Dateinamen als zweites Argument. Dieser kann in jedem beliebigen Format vorliegen, für das Siril kompiliert wurde, muss aber quadratisch sein und sollte idealerweise eine ungerade Seitenlänge haben.

Zum Speichern des aktuellen PSF wird das Argument **save** verwendet. Optional kann ein Dateiname angegeben werden (dieser muss eine der Erweiterungen ".fit", ".fits", ".fts" oder ".tif" haben), wird jedoch keiner angegeben, so wird das PSF anhand des Namens der geöffneten Datei oder Sequenz benannt.

Für **blind** können die folgenden optionalen Argumente angegeben werden: **-l0** verwendet die l0-Abstiegsmethode, **-si** verwendet die Methode der spektralen Unregelmäßigkeit, **-multiscale** konfiguriert die l0-Methode für eine PSF-Schätzung mit mehreren Skalierungen, **-lambda=** gibt die Regularisierungskonstante an.

Für PSF von gefundenen Sternen ist der einzige optionale Parameter **-sym**, mit dem die PSF als symmetrisch konfiguriert wird.

Für eine manuelle PSF muss eine der Optionen **-gaussian**, **-moffat**, **-disc** oder **-airy** angegeben werden, um die PSF-Funktion zu spezifizieren. Für Gauß- oder Moffat-PSFs können die optionalen Argumente **-fwhm=**, **-angle=** und **-ratio=** angegeben werden. Für Moffat-PSFs kann auch das optionale Argument **-beta=** angegeben werden. Wenn diese Werte nicht angegeben werden, werden die gleichen Werte wie im Dekonvolutionsdialog verwendet. Für Scheiben-PSFs ist nur das Argument **-fwhm=** erforderlich, das für diese Funktion verwendet wird, um den Durchmesser der PSF festzulegen. Für Airy-PSFs (Beugungsscheibchen) können die folgenden Argumente angegeben werden: **-dia=** (legt den Durchmesser der Teleskopöffnung fest), **-fl=** (legt die Teleskopbrennweite fest), **-wl=** (legt die Wellenlänge fest, für die das Airy-Beugungsmuster berechnet werden soll), **-pixelsize=** (legt die Sensorpixelgröße fest), **-obstruct=** (legt die zentrale Obstruktion als Prozentsatz der Gesamtöffnung fest). Wenn diese Parameter nicht angegeben werden, ist die Wellenlänge standardmäßig 525 nm und die zentrale Obstruktion standardmäßig 0 %. Siril versucht, die anderen Parameter aus dem geöffneten Bild auszulesen, aber manche Bildbearbeitungsprogramme stellen möglicherweise nicht alle Parameter zur Verfügung, so dass Sie schlechte Ergebnisse erhalten. Sie werden aus Erfahrung lernen, welche Metadaten Sie bei Ihrer speziellen Bildbearbeitungssoftware getrost weglassen können.

Für jede der oben genannten Optionen zur PSF-Erzeugung kann das optionale Argument **-ks=** angegeben werden, um die PSF-Dimension festzulegen, und das optionale Argument **-savepsf=filename** kann verwendet werden, um das erzeugte PSF zu speichern: ein Dateiname muss angegeben werden, und es gelten dieselben Anforderungen an die Dateinamenerweiterung wie für **makepsf save filename**

Verweise: *psf*, *rl*, *sb*, *wiener*

Siril Kommandozeile

```
rl [-loadpsf=] [-alpha=] [-iters=] [-stop=] [-gdstep=] [-tv] [-fh] [-mul]
```

Stellt ein Bild nach der Richardson-Lucy-Methode wieder her.

Optional kann eine PSF mit dem Argument **-loadpsf=filename** (erzeugt mit MAKEPSF) geladen werden.

Die Anzahl der Iterationen wird durch **-iters** festgelegt (der Standardwert ist 10).

Die Art der Regularisierung kann mit **-tv** für die Gesamtvariation oder **-fh** für die Frobenius-Norm der Hessian-Matrix festgelegt werden (die Vorgabe ist keine) und **-alpha=** gibt die Stärke der Regularisierung an (kleinerer Wert = stärkere Regularisierung, Vorgabe = 3000).

Standardmäßig wird die Methode des Gradientenabstiegs mit einer Standardschrittweite von 0,0005 verwendet, doch kann die multiplikative Methode mit **-mul** erzwungen werden.

Das Stopkriterium kann durch Angabe einer Anhaltgrenze mit **-stop=** aktiviert werden

Verweise: *psf*, *makepsf*

Siril Kommandozeile


```
sb [-loadpsf=] [-alpha=] [-iters=]
```

Stellt ein Bild nach der Split-Bregman-Methode wieder her.

Optional kann ein PSF mit dem Argument **-loadpsf=filename** geladen werden.

Die Anzahl der Iterationen wird durch **-iters** angegeben (Standard ist 1).

Der Regularisierungsfaktor **-alpha=** gibt die Stärke der Regularisierung an (kleinerer Wert = stärkere Regularisierung, Standardwert = 3000)

Verweis: [psf](#)

Siril Kommandozeile

```
wiener [-loadpsf=] [-alpha=]
```

Stellt ein Bild mit Hilfe der Wiener Entfaltungsmethode wieder her.

Optional kann ein PSF (erzeugt mit MAKEPSF) mit dem Argument **-loadpsf=filename** geladen werden.

Der Parameter **-alpha=** gibt den Regularisierungsfaktor für Gaußsches Rauschen an

Verweise: [psf](#), [makepsf](#)

Quellenverzeichnis

9.3.6 Fourier Transformation

Eine Fourier-Transformation (FT) ist eine mathematische Transformation, bei der Funktionen in Frequenzkomponenten zerlegt werden, die durch das Ergebnis der Transformation als Funktion der Frequenz dargestellt werden. Diese Transformation wird häufig in der Bildgebung verwendet, da sie es ermöglicht, Signale mit regelmäßigen Frequenzen zu sehen.

Siril ermöglicht die Umwandlung eines Bildes in den Frequenzraum mit Hilfe eines Algorithmus zur schnellen [Fourier-Transformation](#). Das Ergebnis liegt in Form von zwei Bildern vor. Das erste Bild, das automatisch geladen wird, enthält den Betrag (oder Modulus) der Transformation, das zweite Bild enthält die Phase. Die Namen der beiden Bilder müssen auf der Registerkarte **Direkttransformation** (siehe Abbildung unten) des Dialogs eingegeben werden. Es ist dann möglich, das Modulusbild zu verändern, indem Frequenzspitzen, die unerwünschten Signalen entsprechen, entfernt werden. Es ist wichtig, dass Sie nicht vergessen, die Änderungen zu speichern.

Wenn die Option *Zentriert* aktiviert ist, wird der Ursprung der direkten Fourier-Transformation zentriert. Ist sie nicht aktiviert, befindet sich der Ursprung in der linken, oberen Ecke.

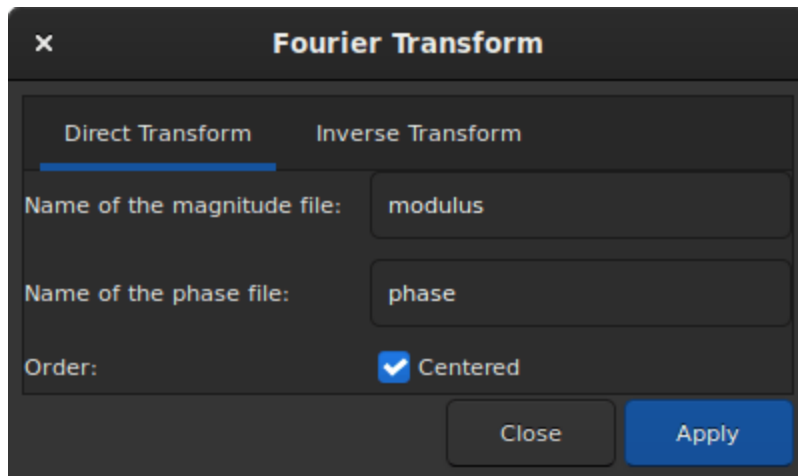


Abb. 32: Registerkarte Direkte Transformation.

Um das Bild zu rekonstruieren, klicken Sie auf die Registerkarte **Inverse Transformation** und geben Sie den Dateipfad der Modul- und Phasenbilder ein.

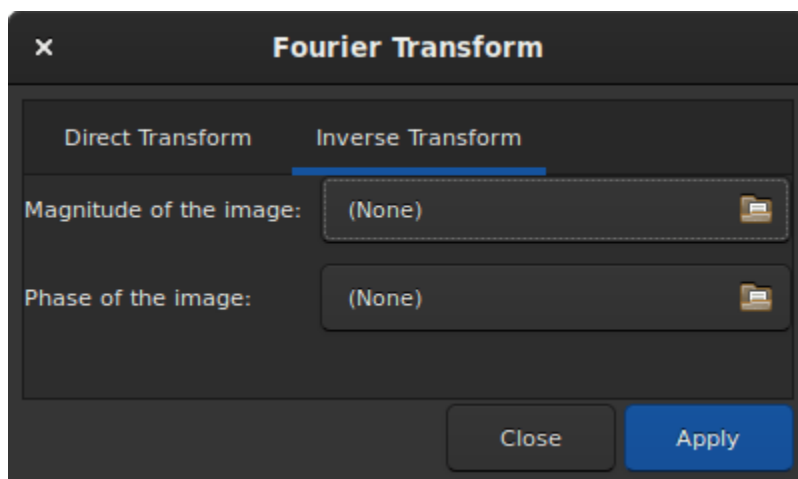


Abb. 33: Registerkarte Inverse Transformation.

Siril Kommandozeile

```
fftd modulus phase
```

Wendet eine Fast-Fourier-Transformation auf das geladene Bild an. **modulus** und **phase**, die im Argument angegeben sind, sind die Dateinamen der gespeicherten FITS-Dateien

Siril Kommandozeile

```
ffti modulus phase
```

Ermittelt ein korrigiertes Bild unter Anwendung einer inversen Transformation. Als **modulus** und **phase** werden die Dateien verwendet, die im Argument angegeben werden. Das Ergebnis wird als neues geladenes Bild angezeigt

9.3.7 Median-Filter

Der Median stellt den mittleren Datenpunkt dar, wobei die Hälfte der Daten kleiner und die Hälfte der Daten größer als dieser Punkt ist. Dies ist ein robuster Schätzwert, um Ausreißer aus einem Datensatz zu entfernen. Folglich kann dieses Werkzeug als naiver Entrauscher nützlich sein, der gegen *Impulsrauschen* wirksam ist.

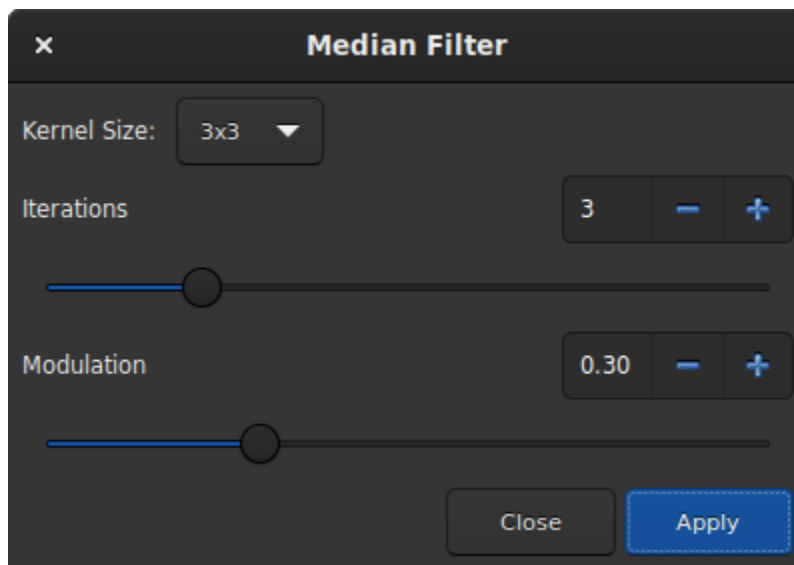


Abb. 34: Dialogbox Median Filter.

Der Aufbau des Fensterdialogs ist recht einfach und es sind nur wenige Einstellungen möglich.

- **Kernelgröße:** Von *3imes3* bis *15imes15* wird hier die Größe des quadratischen Kerns festgelegt, der zur Anwendung des Filters verwendet wird. Je größer der Kernel ist, desto unschärfer wird das Ergebnis sein.
- **Iterationen:** Hier wird die Anzahl der Durchläufe des Kerns festgelegt.
- **Modulation:** In Siril ist die Modulation ein Parameter zwischen 0 und 1, der das Originalbild und das bearbeitete Bild mischt. Bei einem Wert von 1 bleibt nur das verarbeitete Bild erhalten, bei einem Wert von 0 wird überhaupt kein Medianfilter angewendet.

Siril Kommandozeile

```
fmedian ksize modulation
```

Führt einen Medianfilter der Größe **ksize** x **ksize** (**ksize** MUSS ungerade sein) auf das geladene Bild mit einem Modulationsparameter **modulation** aus.

Das Ausgabepixel wird wie folgt berechnet: $\text{out} = \text{mod} \times m + (1 - \text{mod}) \times \text{in}$, wobei m der Median-gefilterte Pixelwert ist. Bei einem Modulationswert von 1 wird keine Modulation angewendet

9.3.8 Rauschreduzierung

Bildrauschen

Bilder leiden unter verschiedenen Arten von Rauschen:

1. Impulsrauschen

- Diese Art von Rauschen (manchmal auch "Salz- und Pfefferrauschen" genannt) entsteht in der Regel durch Hot- oder Coldpixel. In der Regel wird es durch die Verwendung eines Sigma-Rejection-Stacking behandelt, aber manchmal müssen Sie es auch manuell behandeln, wenn Sie ein einzelnes, nicht gestacktes Bild verarbeiten.

2. Additives weißes Gaußsches Rauschen

- Diese Art von Rauschen ist typisch für stark belichtete Fotos: Es entsteht durch die thermischen und elektronischen Schwankungen des Aufnahmegeräts, und der Rauschpegel ist unabhängig vom Signal. Additives weißes Gaußsches Rauschen (Additive White Gaussian Noise - AWGN) kann während der Aufnahme durch die Verwendung gekühlter Kameras reduziert werden, und es wird beim Stacking reduziert, weil das Stapeln von n Bildern das korrelierte Signal um einen Faktor von n erhöht, während das unkorrelierte Rauschen nur um einen Faktor von \sqrt{n} zunimmt. Dies ist auch die Art von Rauschen, auf deren Entfernung die meisten klassischen Entrauschungsalgorithmen ausgelegt sind.

3. Poissonrauschen

- Bei photonenarmen Bildern ist das Rauschen nicht mehr in erster Linie gaußförmig, sondern die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Photonenanzahl wird signifikant oder sogar dominant. Dies wird durch eine Poisson-Verteilung modelliert, und diese Art von Rauschen ist signalabhängig.

Rauschreduzierung in Siril

Siril bietet gut untersuchte klassische Entrauschungsalgorithmen auf dem neuesten Stand der Technik. Die Kriterien für die Auswahl der Algorithmen waren:

- Der Algorithmus sollte in wissenschaftlichen Fachzeitschriften mittels Peer Review analysiert werden, mit einer Beschreibung des Algorithmus und einem objektiven quantitativen Vergleich seiner Leistung.
- Die Autoren sollten eine F/OSS-Implementierung zur Verfügung gestellt haben. Dies ist wichtig, um IP-Probleme zu vermeiden und, wenn die Referenzimplementierungen direkt verwendet wurden, die Lizenzkompatibilität sicherzustellen.
- Die Algorithmen sollten mit einer angemessenen Geschwindigkeit arbeiten.
- Schließlich muss die Implementierung des Algorithmus in der Lage sein, 32-Bit-Gleitkomma-Pixeln zu verarbeiten.

Die Technologie der neuronalen Netze zur Rauschunterdrückung wurde untersucht, aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt aufgrund der Komplexität der Entwicklung verworfen. Die Entrauschungsleistung neuronaler Netze kann klassische Ansätze in der Regel um bis zu einem dB Peak des Signal-Rausch-Verhältnisses übertreffen, aber die Leistung hängt in hohem Maße davon ab, dass das neuronale Netz auf Daten trainiert wird, die für die Live-Daten repräsentativ sind auf denen es angewendet werden soll.

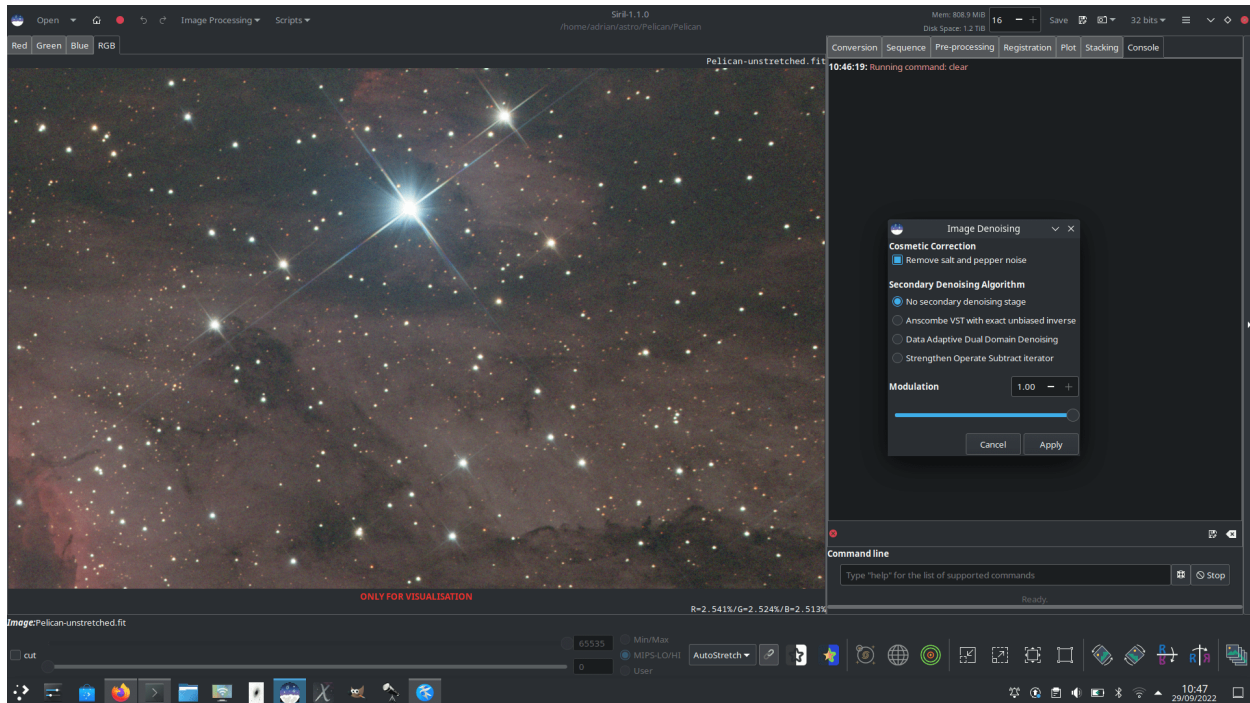


Abb. 35: Dialog Bildentrauschung

Algorithmen: Impulsrauschen

Siril entfernt das Impulsrauschen in erster Linie durch Stacking mit Sigma-Unterdrückung. Wenn Sie diese Stacking-Methode verwenden, sollten Sie keine Probleme mit Impulsrauschen haben. Wenn Sie jedoch an einer Einzelbelichtung arbeiten, können Sie durchaus Impulsrauschen in Ihrem Bild finden. Dieses sollte mit der Funktion **Kosmetische Korrektur** von Siril behandelt werden, bevor eine andere Rauschreduzierung verwendet wird, da das Vorhandensein von Impulsrauschen Entrauschungsalgorithmen für "Additives weißes gaußsches Rauschen" verfälschen und Artefakte erzeugen kann. Die Funktion funktioniert ähnlich wie die Sigma-Rückweisung, allerdings für benachbarte Pixel. Jedes Pixel, dessen Intensität um mehr als n Standardabweichungen von seinen Nachbarn abweicht, wird zurückgewiesen und durch einen Wert ersetzt, der auf dem Median der Nachbarn basiert. Im Entrauschungswerkzeug ist die kosmetische Korrektur standardmäßig aktiviert und findet vor allen weiteren Entrauschungsschritten statt. (Auch wenn bereits eine Impulsrauschen-Entfernung durchgeführt wurde, schadet es nicht, die Einstellung aktiviert zu lassen). Alternativ kann die kosmetische Korrektur auch manuell mit dem Werkzeug *Kosmetische Korrektur* im Menü *Bildbearbeitung* durchgeführt werden.

Algorithmen: Additives weißes Gaußsches Rauschen AWGN

Der wichtigste Algorithmus zur Reduzierung des AWGN-Rauschens, der in Siril verwendet wird, ist die nicht-lokale Bayes'sche Entrauschung (NL-Bayes) [Lebrun2013].

- Nichtlokale Entrauschungsalgorithmen stellen eine wesentliche Verbesserung gegenüber früheren pixelzentrierten linearen Filtern dar. NL-Bayes ist eine verbesserte Version eines früheren nichtlokalen Entrauschungsalgorithmus und bietet einen der besten klassischen AWGN-Entrauschungsalgorithmen. Er ist geringfügig besser als der moderne "Benchmark"-Algorithmus Block Matching and 3D transform (BM3D) zur Rauschunterdrückung und viel schneller in der Ausführung.
- Der Schlüsselparameter, der zur Optimierung der Leistung von AWGN-Algorithmen erforderlich ist, ist sigma, die Standardabweichung des Rauschens. Siril misst den Rauschpegel direkt aus den Bilddaten und gibt ihn an

den NL-Bayes-Algorithmus weiter. Daher gibt es im Siril-Entrauschungstool keine konfigurierbaren Eingaben für NL-Bayes.

Siril ergänzt NL-Bayes mit einer Reihe von anderen Algorithmen zur Rauschunterdrückung:

- Dataadaptive Dual-Domain-Entrauschung (DA3D) [Pierazzo2017]
 - Dabei wird das Ergebnis von NL-Bayes als Vorgabe verwendet. Diese Vorgabe wird zur erneuten Verarbeitung des Originalbildes verwendet, indem eine Schrumpfung im Frequenzbereich an form- und datenadaptiven Feldern vorgenommen wird. Dies verbessert die Leistung von NL-Bayes geringfügig, verursacht aber zusätzliche Rechenkosten. Die form- und datenadaptiven Patches werden dynamisch ausgewählt, so dass sich die Berechnungen auf die Bereiche mit den größten Bilddetails konzentrieren. Sie kann auch dazu beitragen, Treppenartefakte im Originalbild zu reduzieren.
 - Im Siril-Entrauschungstool ist DA3D ein einfacher Schalter ohne optionale Einstellungen.
- Iterator "Operate Subtract" stärken (SOS) [Romano2015]
 - SOS funktioniert, indem der primäre Entrauschungsalgorithmus mehrmals wiederholt wird. Bei jeder Iteration wird das Bild "verstärkt", indem ein Teil des ursprünglichen verrauschten Bildes beigemischt wird. Der NL-Bayes-Algorithmus wird auf diesem verstärkten Bild ausgeführt, woraufhin die vorherige Schätzung subtrahiert wird.
 - Das Bild x in einer Iteration $k + 1$ ist gegeben durch $x_{k+1} = f(y + x_k) - x_k$, wobei y das verrauschte Eingangsbild ist.
 - Im Siril-Entrauschungsprogramm ist SOS ein Schalter mit zwei Parametern: Die Anzahl der SOS Iterationen kann eingestellt werden, und der Anteil des verrauschten Bildes, der bei jeder Iteration beigemischt wird (ρ), kann eingestellt werden. Vermeiden Sie es, ρ zu hoch einzustellen, da dies zu Problemen mit der Konvergenz von SOS führen kann: die Standardwerte (3 Iterationen und $\rho = 0,2$) sind normalerweise in Ordnung.

Algorithmen: Poisson und Poisson-Gaußsches Rauschen

- Anscombe VST mit exakter unverzerrter Invertierung (Anscombe Variance-Stabilising Transform) [Mäkitalo2011], [Mäkitalo2012]
 - Varianzstabilisierende Transformationen werden für Bilder mit Poisson- oder Poisson-Gaußschem Rauschen verwendet, um die Signalabhängigkeit des Rauschens zu minimieren und es eher wie AWGN aussehen zu lassen, das mit NL-Bayes gut entfernt werden kann, und anschließend wird eine inverse Transformation angewendet. Die für Siril gewählte Transformation ist die Anscombe-Transformation $A : x \rightarrow 2 \times \sqrt{x + \frac{3}{8}}$
 - Da die Transformation nicht linear ist, würde die Verwendung der direkten algebraischen Umkehrung zu einer Verzerrung des Ergebnisses führen. Siril verwendet daher eine geschlossene Annäherung an die exakte unverzerrte Umkehrung, die schnell zu berechnen ist und eine wesentliche Verbesserung gegenüber anderen Formen der Umkehrung wie der asymptotischen Umkehrung darstellt.
 - Im Siril-Entrauschungstool ist Anscombe VST ein einfacher Schalter ohne optionale Einstellungen.

Beachten Sie, dass nur einer der oben genannten komplementären Entrauschungsalgorithmen gewählt werden kann.

Die nachstehende Animation zeigt, was mit Hilfe der Varianzstabilisierung bei einem photonenarmen Bild möglich ist, in diesem Fall ein einzelnes 5-minütiges Rotfilter-Light des Pelikannebels, das mit der Bildschirmübertragungsfunktion *Auto-Stretch* angezeigt wird. Man beachte das Fehlen von Unschärfen, Aufblähungen oder Detailverlusten um die Sterne herum und die scharfe Kante des Nebels im unteren linken Teil des Bildes im Vergleich zu dem, was man mit einfacheren Rauschunterdrückungsprogrammen erreichen könnte. Wenn man das Bild auf sympathischere Weise streckt und mit anderen Kanälen kombiniert, würde dies die Qualität, die mit sehr begrenzten Daten erreicht werden kann, erheblich verbessern (obwohl mehr Daten immer die bessere Lösung sind!)

Abb. 36: Entrauschen eines photonenarmen Bildes

Modulation

In Siril ist die Modulation ein Parameter zwischen 0 und 1, der das Originalbild und das entrauschte Bild mischt. Bei einem Wert von 1 bleibt nur das entrauschte Bild erhalten, bei einem Wert von 0 wird überhaupt keine Rauschunterdrückung vorgenommen. Die Modulation verringert natürlich die Leistung der Rauschunterdrückung, aber in einigen Fällen, wenn die Rauschunterdrückung flache Bereiche des Bildes etwas zu glatt aussehen lässt, können Sie die Modulation verwenden, um das Aussehen der Mikrotextur in diesen Regionen zu erhalten.

Wann die Rauschunterdrückung eingesetzt werden sollte

Die Algorithmen zur Rauschunterdrückung sind darauf ausgelegt, AWGN zu entfernen, und sollten daher am besten bei ungestreckten Bildern funktionieren: Wenn weißes Rauschen einer nichtlinearen Streckung unterzogen wird, ändern sich seine Eigenschaften und es ist nicht mehr weiß. Die Rauschunterdrückung kann auch bei gestreckten Bildern durchgeführt werden und führt zu einer Verbesserung, ist aber möglicherweise nicht so effektiv wie bei der Anwendung im linearen Bild.

Rauschunterdrückung Benutzeroberfläche

Auf das Siril-Rauschunterdrückungsprogramm kann auf zwei Arten zugegriffen werden: über die grafische Benutzeroberfläche oder über die Befehlschnittstelle. Die grafische Benutzeroberfläche ist unten abgebildet. Hinweis: Die erweiterten SOS-Optionen sind ausgeblendet, wenn SOS nicht ausgewählt ist.

Die Rauschunterdrückung kann auch mit Siril-Befehlen entweder in der Konsole oder in Skripten durchgeführt werden. Das Format ist:

Siril Kommandozeile

```
denoise [-nocosmetic] [-mod=m] [ -vst | -da3d | -sos=n [-rho=r] ] [-indep]
```

Entrauscht das Bild mit dem von *Lebrun, Buades und Morel* <<https://www.ipol.im/pub/art/2013/16>> beschriebenen Algorithmus.

Es wird dringend empfohlen, vor der Entrausung eine kosmetische Korrektur auszuführen, um Salz- und Pfefferrauschen zu entfernen. Wenn die jedoch bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Arbeitsablauf erfolgt ist, kann es hier mit dem optionalen Befehl **-nocosmetic** deaktiviert werden.

Ein optionales Argument **-mod=m** kann angegeben werden, wobei $0 \leq m \leq 1$. Das Ausgabepixel wird dann $out = m \cdot x_d + (1 - m) \cdot x_{in}$ berechnet, wobei d der entrauschte Pixelwert ist. Bei einem Modulationswert von 1 wird keine Modulation angewendet. Wird der Parameter nicht angegeben, wird er standardmäßig auf 1 gesetzt.

Das optionale Argument **-vst** kann verwendet werden, um die verallgemeinerte Varianzstabilisierende Anscombe-Transformation (Generalised Anscombe Variance Stabilizing Transform) vor NL-Bayer anzuwenden. Dies ist nützlich bei photonenarmen Bildern, wie z.B. Einzelbildern, bei denen das Rauschen einer Poisson- oder Poisson-Gauß-Verteilung folgt und nicht primär gaußförmig ist. Es kann nicht in Verbindung mit DA3D oder SOS verwendet werden, und für die Entrausung von gestackten Bildern ist es in der Regel nicht von Vorteil.

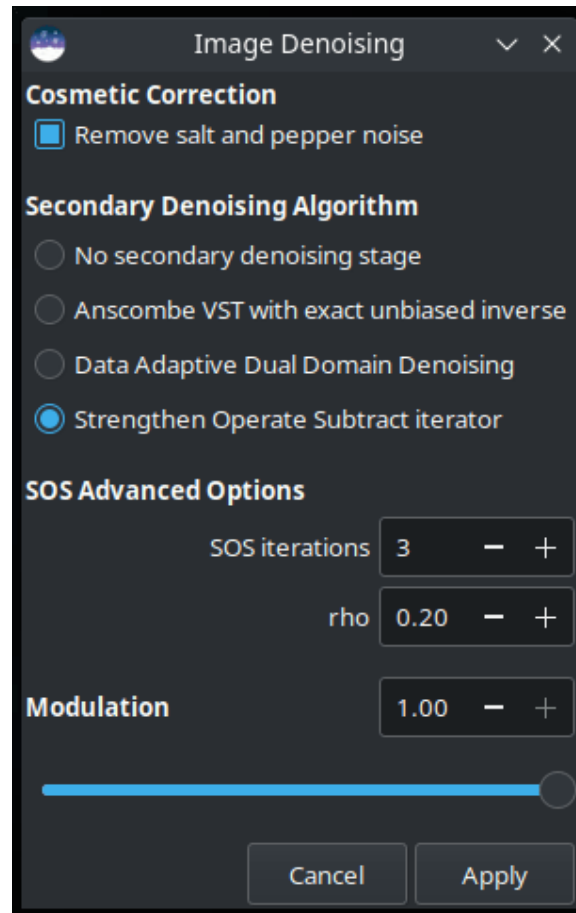


Abb. 37: Siril Bildentrauschungs-GUI

Mit dem optionalen Argument **-da3d** kann die datenadaptive Dual-Domain-Entrauschung (DA3D) als letzter Entrauschungsalgorithmus aktiviert werden. Dabei wird die Ausgabe von BM3D als Vorgabe zur Verfeinerung der Rauschunterdrückung verwendet. Das verbessert die Detailwiedergabe und reduziert Treppenartefakte.

Das optionale Argument **-sio=n** kann verwendet werden, um das iterative Denoise-Boosting nach dem SOS-Prinzip (Strengthen-Operate-Subtract) zu aktivieren, wobei die Anzahl der Iterationen durch n festgelegt wird. Dieser Booster kann insbesondere dann bessere Ergebnisse liefern, wenn der NL-Bayes-Algorithmus ohne Booster Artefakte im Hintergrundbereich erzeugt. Wenn sowohl **-da3d** als auch **-sos=n** angegeben sind, gilt die zuletzt angegebene Option.

Das optionale Argument **-rho=r** kann angegeben werden, wobei $0 < r < 1$. Dies wird vom SOS-Booster verwendet, um den Anteil des verrauschten Bildes zu bestimmen, der dem Zwischenergebnis zwischen den einzelnen Iterationen hinzugefügt wird. Wenn **-sos=n** nicht angegeben wird, wird der Parameter ignoriert.

Standardmäßig werden DA3D oder SOS nicht angewendet, da die Verbesserung der Rauschunterdrückung in der Regel relativ gering ist und diese Techniken zusätzliche Verarbeitungszeit erfordern.

In sehr seltenen Fällen können bei der Entrauschung von Farbbildern blockartige Farbartefakte in der Ausgabe entstehen. Das optionale Argument **-indep** kann verwendet werden, um dies zu verhindern, indem jeder Kanal separat entrauscht wird. Dies ist zwar langsamer, beseitigt aber die Artefakte

Vergleich

Die folgenden Bilder zeigen einen einfachen Vergleich der verschiedenen Algorithmen. Beachten Sie, dass nur ein Bild verwendet wird: In der Praxis werden sich verschiedene Algorithmen besser für die Verwendung bei unterschiedlichen Bildern eignen. Alle Bilder können angeklickt werden, um sie mit 100 % Zoom zu betrachten.

Verrauschtes Originalbild

Nur mit NL-Bayes entrauscht

Nur mit NL-Bayes entrauscht, mit 75% Modulation um einen Teil der Mikrotexturen zu erhalten

Entrauscht mit NL-Bayes unter Verwendung der Anscombe VST

Entrauscht mit DA3D unter Verwendung eines NL-Bayes-Führungsbildes

Entrauscht mit NL-Bayes und SOS

Einschränkungen

Die wichtigste Einschränkung besteht darin, dass die Algorithmen am besten funktionieren, wenn das Rauschen gaußförmig ist (oder mit Hilfe des VST annähernd gaußförmig gemacht werden kann). Es gibt einige Gründe, warum dies nicht der Fall sein könnte:

- Wenn das Bild bereits stark bearbeitet wurde, z. B. durch Entfaltung oder Wavelet-Schärfung, ist der Charakter des Rauschens im Allgemeinen nicht mehr gaußförmig. Wenn sowohl Rauschunterdrückung als auch Entfaltung Teil Ihres Arbeitsablaufs sind, sollte die Rauschunterdrückung zuerst durchgeführt werden.

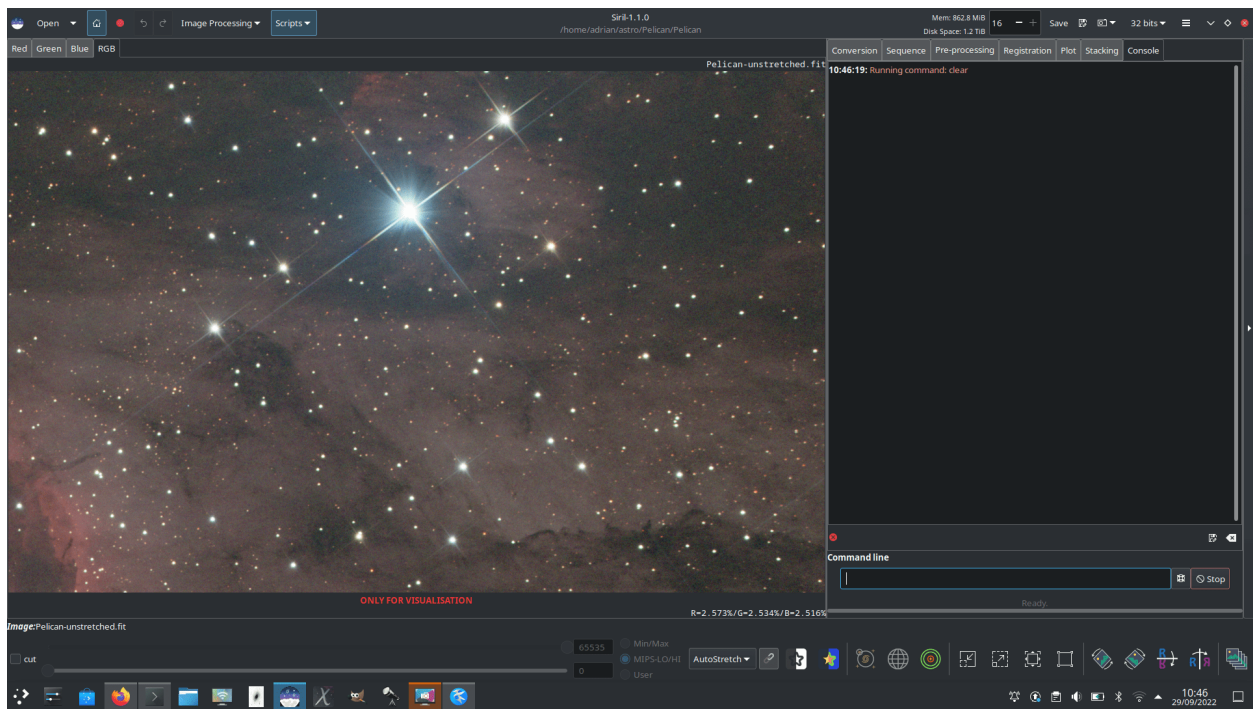


Abb. 38: Verrauschtes Bild

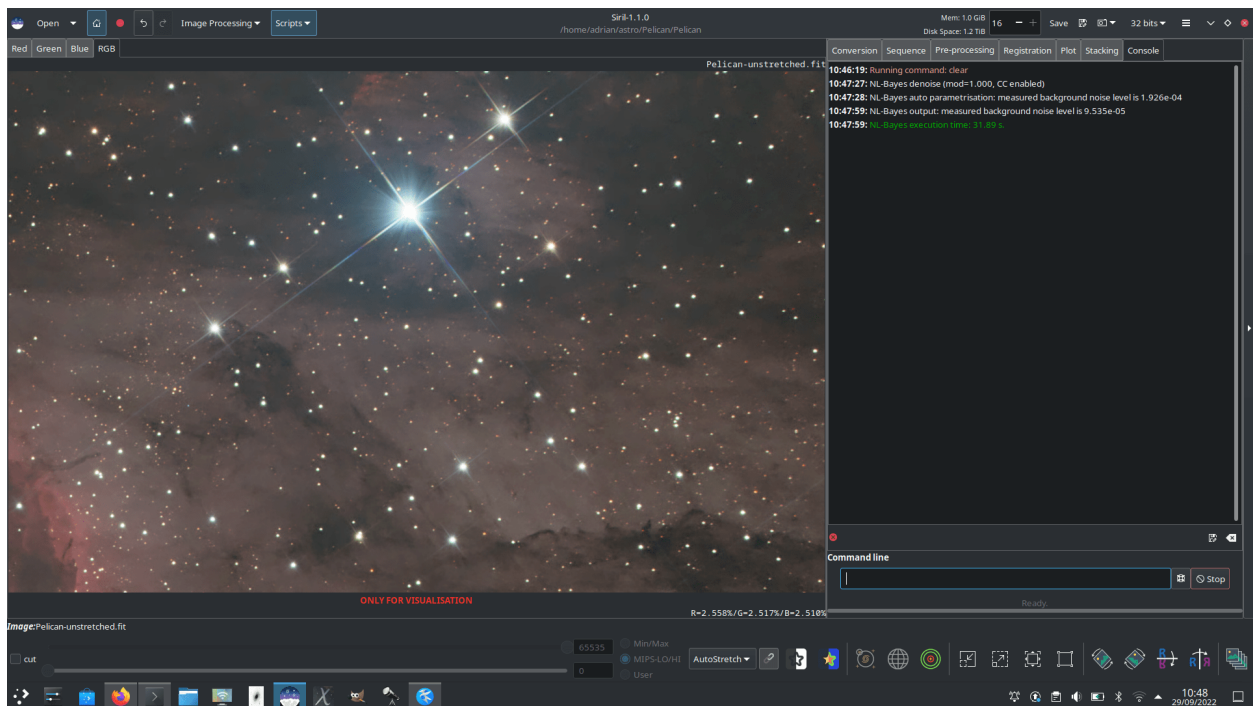


Abb. 39: Nur mit NL-Bayes entrauscht

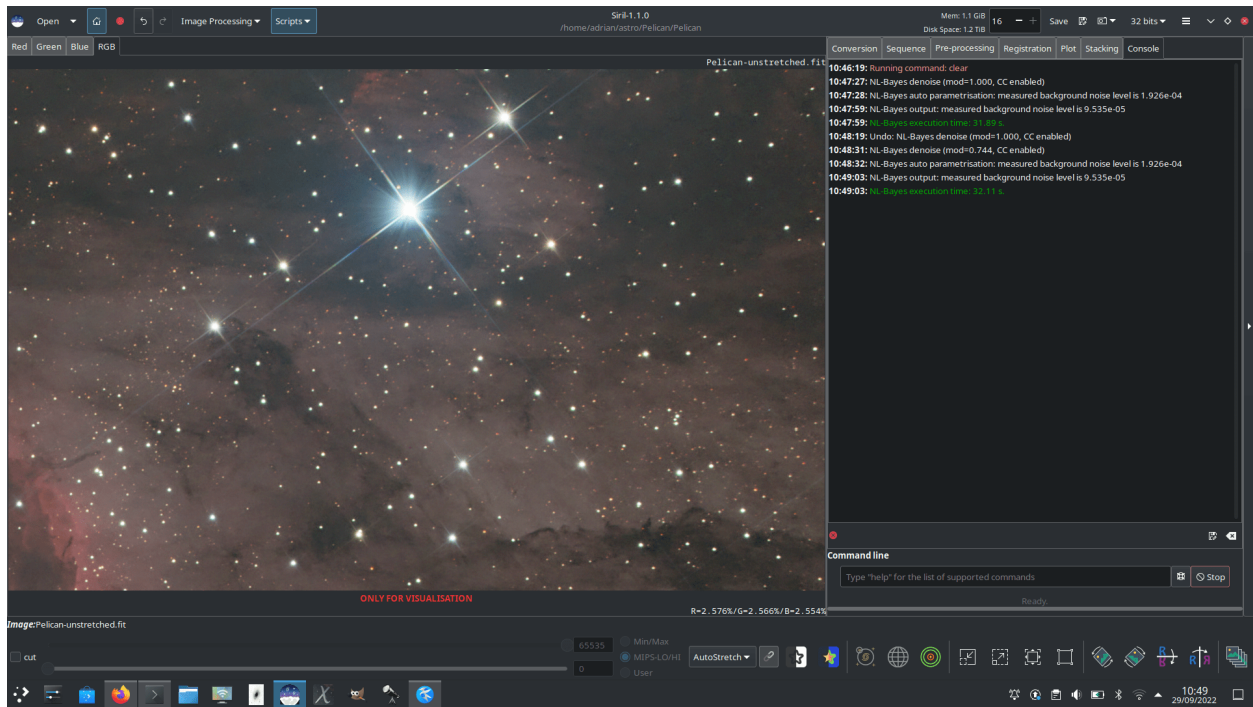


Abb. 40: Verwendung der Modulation

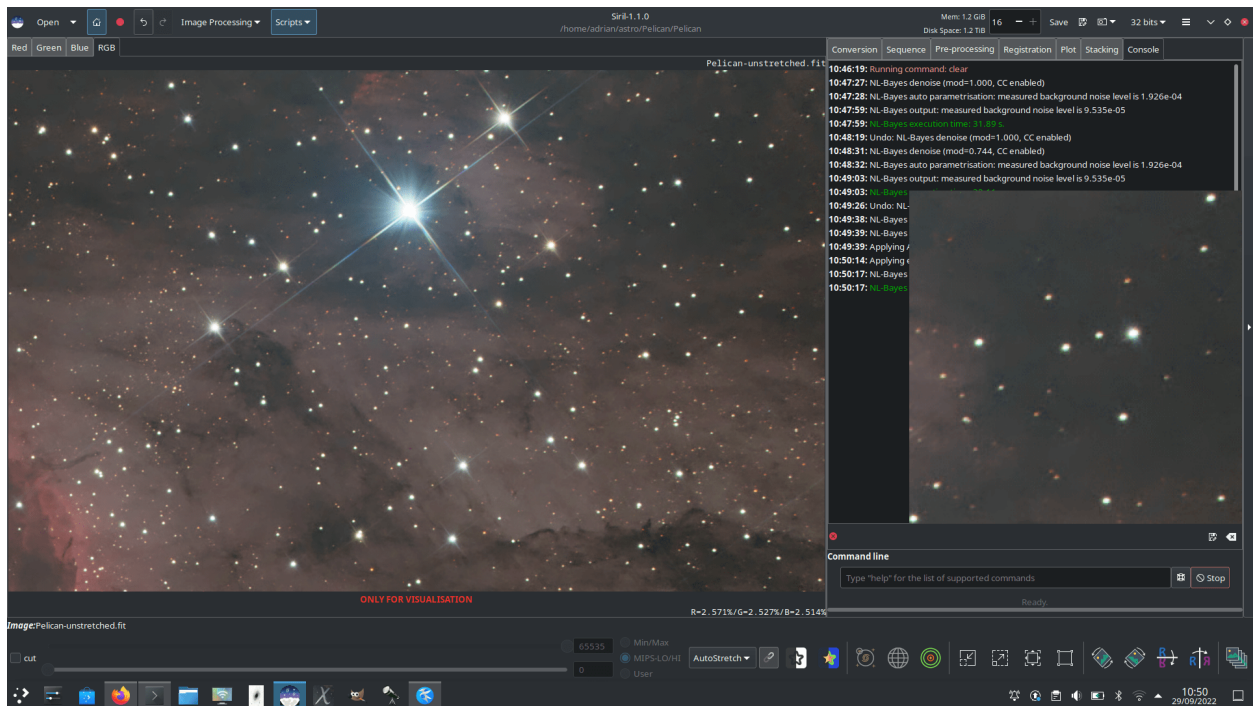


Abb. 41: Entrauscht mit NL-Bayes, Varianzstabilisierung mit Anscombe-Transformation. Rechts ist ein nicht interpolierter 200%-Zoom zu sehen.

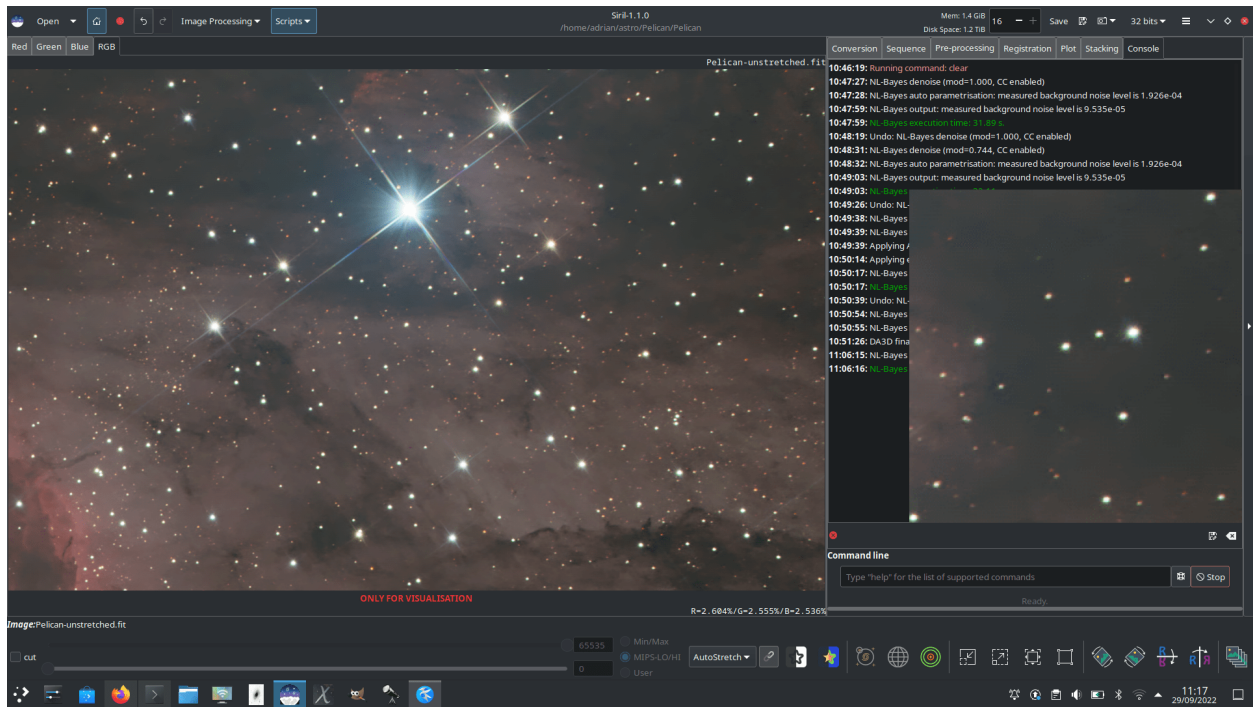


Abb. 42: Mit DA3D entraushtes, mit NL-Bayes aufbereitetes Führungsbild. Rechts ist ein nicht interpolierter 200%-Zoom zu sehen.

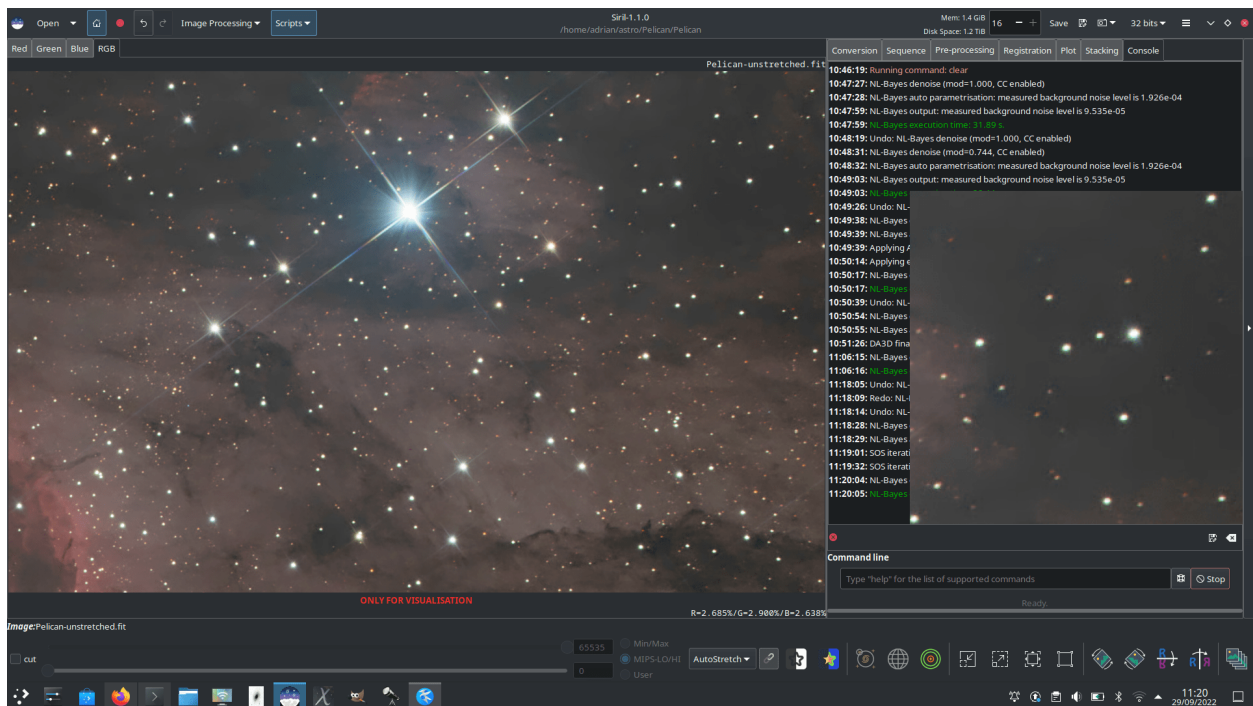


Abb. 43: Entrauscht mit NL-Bayes und SOS-Iterationen. Rechts ist ein nicht interpolierter 200%-Zoom zu sehen.

- OSC-Bilder lassen sich weniger gut entrauschen als Mono- oder zusammengesetzte Farbbilder. Es wird zwar eine geringfügige Verringerung des AWGN in der Luminanz erreicht, aber durch das De-Bayering wird der Charakter des Rauschens so verändert, dass es nicht mehr gut als AWGN modelliert und nicht sehr effektiv entfernt wird. Darüber hinaus wird Chrominanzrauschen sowohl bei OSC- als auch bei zusammengesetzten Monofarbbildern in der Regel nicht gut als AWGN modelliert und muss anders behandelt werden. Gegenwärtig wird Chrominanzrauschen am besten mit allgemeiner Bildbearbeitungssoftware wie [The GIMP](#) behandelt.

Quellenverzeichnis

9.3.9 Larson Sekanina Filter (Rotationsgradient)

Der Rotationsgradient, auch [Larson Sekanina filter](#) genannt, ist ein Filter, mit dem kreisförmige Strukturen aus einem Bild entfernt werden können, um andere Details besser hervorzuheben. Diese Technik ist besonders effektiv, um die aus dem Kern eines Kometen austretenden Strahlen zu zeigen.

Das Prinzip ist ganz einfach: Diese Bildbearbeitung besteht darin, zwei Kopien des Bildes voneinander zu subtrahieren, wobei eine der beiden Kopien zuvor in Bezug auf einen im Bild definierten Punkt gedreht worden ist.

- Wenn um diesen Punkt herum kreisförmige Strukturen vorhanden sind, werden diese durch die Drehung nicht verändert und verschwinden nach der Drehung.
- Wenn es nicht kreisförmige Strukturen gibt, wie z. B. Jets in der Koma, werden diese zwischen den beiden Kopien gegeneinander verschoben, und die Subtraktion verstärkt den Kontrast dieser Strukturen im Ergebnis.
- Wenn sich der Komet im Bild bewegt, ist es möglich, eine radiale Verschiebung hinzuzufügen.

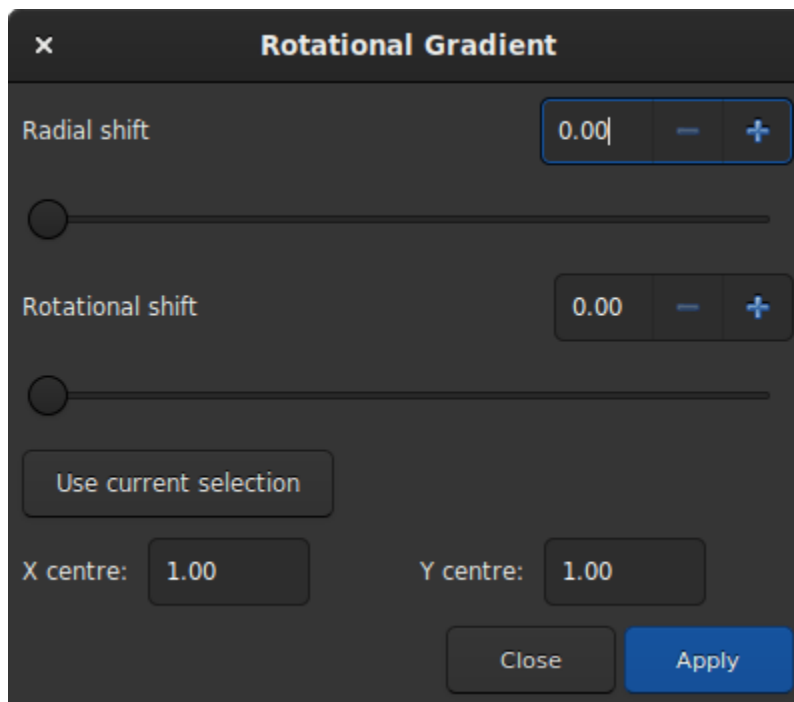


Abb. 44: Dialogbox Larson Sekanina Filter.

Im folgenden Beispiel, das den Kometen 46-P Wirtanen zeigt, wurde die Ausrichtung auf den Kometen vorgenommen, und die Sterne zeigen deutliche Spuren. Der Komet ist sehr kreisförmig und es ist schwierig, Details seiner Aktivität zu erkennen. Daher ist es nicht notwendig, eine radiale Verschiebung zu bestimmen. Für die Drehung wurde ein Winkel von etwas mehr als 28° gewählt (diese Wahl wurde nach mehreren Versuchen und unter Verwendung

der Rückgängig-Taste getroffen). Um die Koordinaten des Rotationszentrums zu bestimmen, markieren Sie einfach den Kometenkern und klicken Sie auf *Verwende aktuelle Auswahl*. Diese Aktion kopiert die Koordinaten des Schwerpunkts an die gewünschte Stelle.

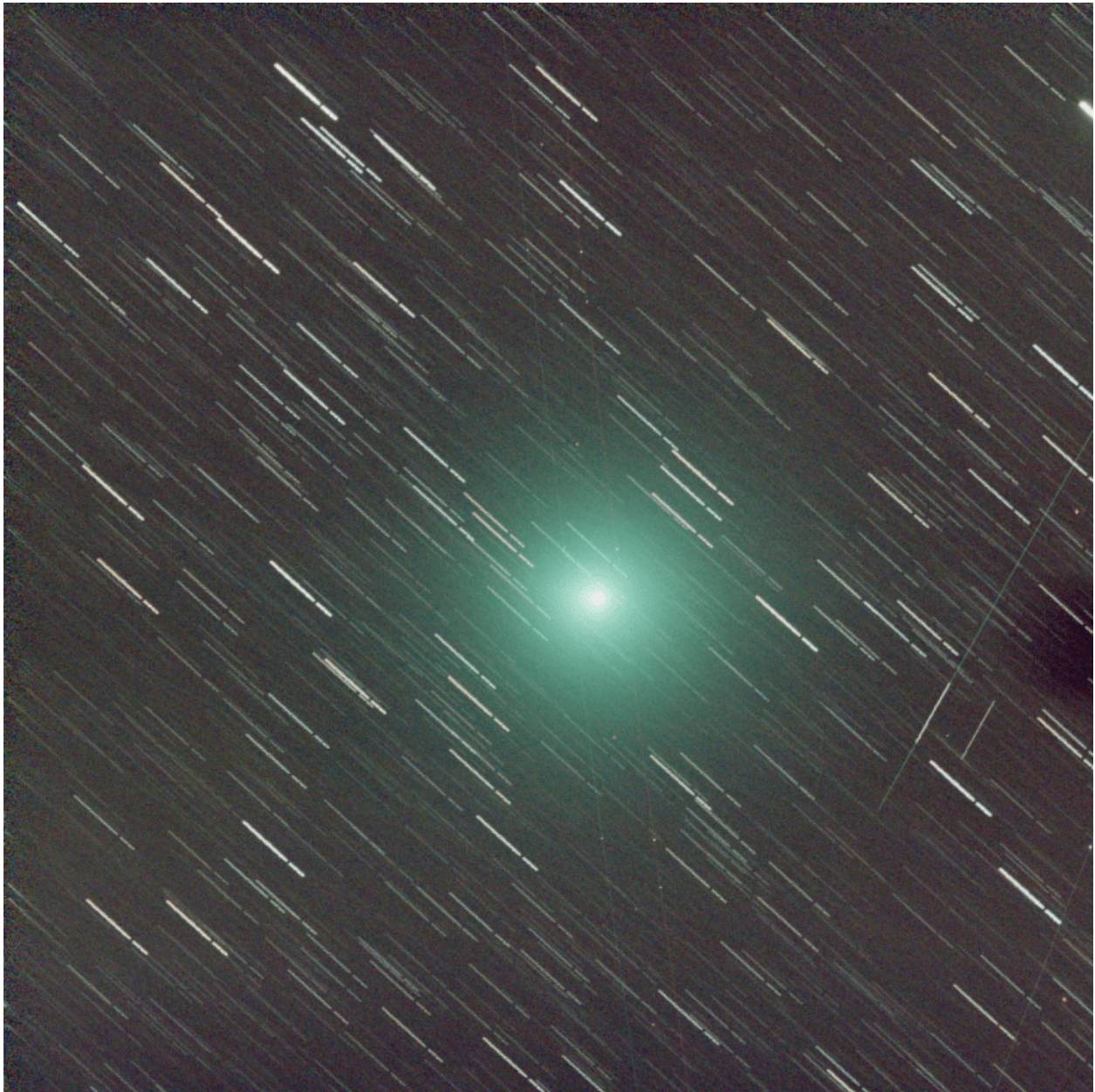


Abb. 45: Bild eines Kometen, dessen Schweif kaum sichtbar ist.

Ein einfacher Klick auf *Anwenden* wendet den Filter an. In unserem Beispiel wird der Schweif sichtbar.

Siril Kommandozeile

```
rgradient xc yc dR dalpha
```

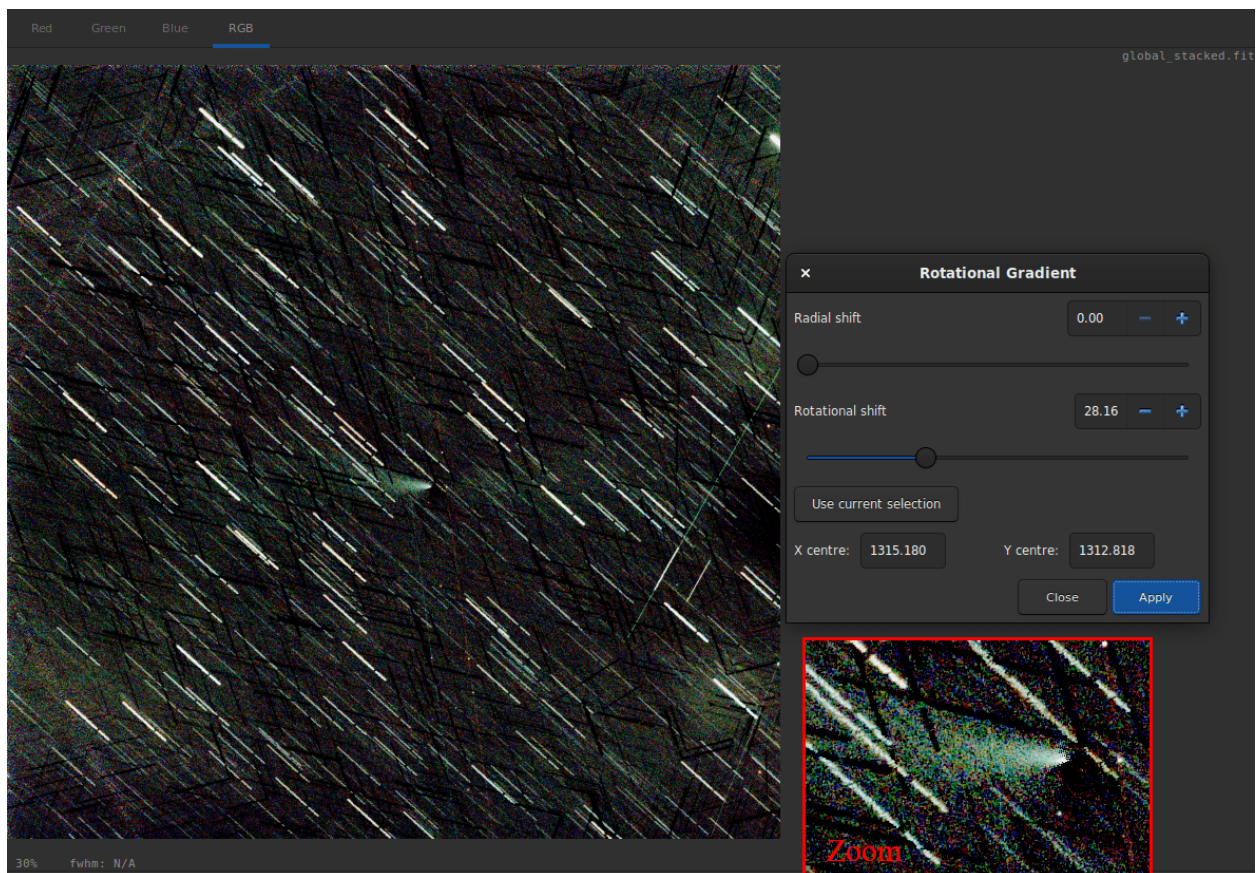


Abb. 46: Nach Anwendung des Filters erscheint der Schweif des Kometen sehr deutlich.

Erzeugt zwei Bilder mit einer radialen Verschiebung (**dR** in Pixeln) und einer Rotationsverschiebung (**dalpha** in Grad) in Bezug auf den Punkt (**xc**, **yc**).

Zwischen diesen beiden Bildern haben die Verschiebungen die gleiche Amplitude, aber ein entgegengesetztes Vorzeichen. Die beiden Bilder werden dann addiert, um das endgültige Bild zu erhalten. Dieses Verfahren wird auch Larson-Sekanina-Filter genannt

9.4 Sternbearbeitung

Sterne sind ein wesentlicher Bestandteil von Deep-Sky-Bildern und spielen eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, die Schönheit und die Details von Himmelsobjekten hervorzuheben. Sie erscheinen oft als brillante Lichtpunkte, die ihre Helligkeit und Farben zur Geltung bringen und Deep-Sky-Bilder wirklich fesselnd machen. Aufgrund der begrenzten Beobachtungsbedingungen können die Sterne auf den Bildern jedoch größer und überbelichtet erscheinen. Um dem entgegenzuwirken, setzen die Astronomen fortschrittliche Bildverarbeitungstechniken ein, um die Sterne separat zu verarbeiten und ihre Größe und Helligkeit im endgültigen Bild zu kontrollieren.

Dieser Teil der Dokumentation ist allem gewidmet, was mit der Verarbeitung der Sterne zu tun hat.

9.4.1 StarNet++ Sternentfernung

StarNet++ ist eine Software, die von Nikita Misiura entwickelt wurde. Die erste Version <<https://github.com/nekittmm/star-net>> wurde unter einer freien und Open-Source-Lizenz veröffentlicht. Leider wurde die Version 2 proprietär und die Quellen sind seitdem geschlossen. Die Version 2 ist kostenlos erhältlich unter <<https://www.starnetastro.com/download>>. Stellen Sie sicher, dass Sie die **Kommandozeilenversion** herunterladen. Siril kann mit jeder Version des StarNet CLI-Tools zusammenarbeiten, einschließlich der neuen experimentellen Torch-basierten Version, die zunächst für M1- und M2-basierte Apple Macs veröffentlicht wurde.

Warnung: If you are wondering **why StarNet doesn't launch**, please run it outside Siril first. It's not Siril's fault if it's not supported by your computer or badly installed for some reason. If your processor does not support the vectorization instructions required by StarNet, there is no way to bypass that. The error message will be obtained by executing StarNet alone.

Tipp: On **MacOS**, for Siril to detect and use StarNet correctly, it is necessary to fix some permissions and security issues first. Start by opening the Terminal application from the Utilities folder within Applications. In Terminal, you need to change your working directory from your home directory to the StarNetCLI installation directory. To do this type in `cd` followed by a space and then drag the StarNetCLI folder into the terminal window to copy its path. Press `enter`. Then type in the following four commands, pressing `enter` after each one:

```
xattr -r -d com.apple.quarantine libtensorflow_framework.2.dylib
xattr -r -d com.apple.quarantine starnet++
chmod +x starnet++
chmod +x run_starnet.sh
```

Dann kann bei der ersten Verwendung mit Siril die Ausführung von StarNet++ mit einer Warnung über libtensorflow fehlschlagen. Schließen Sie diese Warnung. Öffnen Sie die Systemeinstellungen und klicken Sie unter Datenschutz und

Sicherheit auf die Schaltfläche *Trotzdem erlauben* für libtensflow. Danach sollte StarNet++ in Siril ordnungsgemäß ausgeführt werden.

Tipp: On **MacOS**, again, there is a new Starnet executable optimized for the Apple Silicon chip that has been released on the site: <https://www.starnetastro.com/experimental/>. This new version is much faster than previous version because it uses the new MPS accelerated PyTorch (<https://developer.apple.com/metal/pytorch/>). Also, this version contains signed binaries, follow the installation instructions in the README.txt

Es ist jedoch immer noch möglich, dass Siril externe Binärdateien ausführt, und wir haben beschlossen, dies ab Siril 1.2.0 zu implementieren. Für die Einstellungen lesen Sie bitte die [Seite](#) Dort wird erklärt, wie man Siril mitteilt, wo sich StarNet befindet.

Warnung: Dies ist das Verzeichnis der Kommandozeilenversion von Starnet++, das angegeben werden muss, nicht das der GUI-Version.

Beachten Sie, dass StarNet seine Eingabe in Form von TIFF-Bildern benötigt. Wenn Siril also ohne libtiff-Unterstützung kompiliert wird, ist die StarNet-Integration nicht verfügbar.

Der Hauptzweck von StarNet besteht darin, alle Sterne aus den Bildern zu entfernen, um einen unterschiedliche Prozess auf die Sterne und die übrigen Bildinhalte anzuwenden. Dies hilft in der Regel, die Aufblähung der Sterne während der verschiedenen Abschnitte zu kontrollieren, ist aber auch sehr nützlich für die Erstellung von Bildern von Kometen, bei denen sich die Kometenverfolgungsrate erheblich von den weit entfernten Sternen unterscheiden kann.

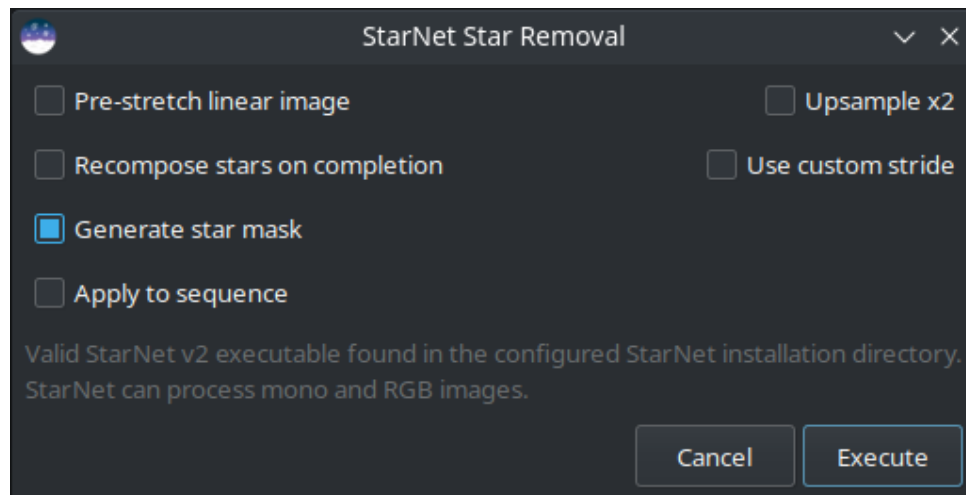


Abb. 47: Dialogbox StarNet.

Das Tool ist sehr einfach zu bedienen, und es sind nur fünf Optionen verfügbar:

- **Lineares Bild vordehnen:** Wenn diese Option ausgewählt ist, wird vor der Ausführung von StarNet++ eine optimierte MTF-Streckung (Midtone Transfer Function) auf das Bild angewendet, und nach Abschluss wird die umgekehrte Streckung durchgeführt. Dies ist für die Verwendung von StarNet während der linearen Verarbeitungsphase erforderlich.
- **Sterne nach Fertigstellung neu zusammensetzen:** Wenn diese Option ausgewählt ist, wird nach Abschluss der Sternentfernung das Werkzeug zur Neuzusammensetzung der Sterne geöffnet, das eine Schnittstelle zum unabhängigen Strecken und Überblenden des Hintergrunds und der Sterne bietet, wenn eine Reduzierung der

Sterne statt einer vollständigen Entfernung gewünscht ist. Diese Option hat bei der Bearbeitung einer Sequenz keine Auswirkungen.

- **Generiere Sternmaske:** Dies erzeugt eine Sternmaske und speichert sie im Arbeitsverzeichnis. Die Sternmaske wird als Differenz zwischen dem Originalbild und dem sternlosen Bild berechnet. Standardmäßig wird eine Sternmaske erzeugt.
- **Resample x2:** Mit dieser Option wird das Bild vor der Ausführung von StarNet++ um den Faktor 2 hochgerechnet. Dies verbessert die Leistung bei sehr engen stehenden Sternen, vervierfacht aber die Verarbeitungszeit und kann die Leistung bei sehr großen Sternen beeinträchtigen. Das Bild wird nach der Bearbeitung wieder auf die ursprüngliche Größe skaliert.
- **Benutzerdefinierte Schritte verwenden:** Für den **stride**-Parameter in StarNet++ kann ein benutzerdefinierter Wert eingegeben werden. Der Standardwert ist 256 und der StarNet-Entwickler empfiehlt, diesen Wert nicht zu ändern.

Der StarNet-Prozess kann leicht auf eine Sequenz angewendet werden. Mit der Checkbox *Auf Sequenz anwenden* wird ausgewählt, ob der Prozess auf ein einzelnes Bild oder auf eine Sequenz angewendet werden soll. Wenn der Prozess auf eine Sequenz angewendet wird, wird eine neue Sequenz mit den sternlosen Bildern erstellt, und wenn die Sternmaskenerzeugung ausgewählt wird, wird eine zweite Sequenz mit den entsprechenden Sternmaskenbildern erstellt.

Weitere Informationen über StarNet finden Sie auf der [Original-Webseite](#).

Mit einem Klick auf *Ausführen* wird der Prozess gestartet. Je nach der Leistung Ihres Rechners kann dies langsam sein. Siril zeigt jedoch einen Fortschrittsbalken an, um die Verarbeitung zu verfolgen. Wie bei anderen Siril-Prozessen wird der Fortschrittsbalken bei der Verarbeitung einer Sequenz erst nach Abschluss jedes Bildes der Sequenz aktualisiert und zeigt den Gesamtfortschritt der Sequenz an.

Befehle

Siril Kommandozeile

```
starnet [-stretch] [-upscale] [-stride=value] [-nostarmask]
```

Dieser Befehl ruft [StarNet](#) auf, um Sterne aus dem aktuellen Bild zu entfernen.

Voraussetzung: StarNet ist ein externes Programm, das nicht automatisch mit Siril installiert wird, und muss vor der ersten Verwendung dieses Befehls korrekt installiert werden, wobei der Pfad zu seinem Installationsverzeichnis in Einstellungen / Verschiedenes korrekt eingestellt sein muss. Das Verzeichnis muss die Kommandozeilenversion des Programms enthalten (nicht die GUI-Version, die für Windows-Benutzer existiert).

Das sternlose Bild wird bei Fertigstellung geladen, und ein Bild mit der Sternmaske wird im Arbeitsverzeichnis erstellt, sofern nicht der optionale Parameter **-nostarmask** angegeben wird.

Optional können dem Befehl auch Parameter übergeben werden:

- The option **-stretch** is for use with linear images and will apply a pre-stretch before running StarNet and the inverse stretch to the generated starless and starmask images.
- To improve star removal on images with very tight stars, the parameter **-upscale** may be provided. This will upsample the image by a factor of 2 prior to StarNet processing and rescale it to the original size afterwards, at the expense of more processing time.
- The optional parameter **-stride=value** may be provided, however the author of StarNet *strongly* recommends that the default stride of 256 be used

Siril Kommandozeile

```
seqstarnet sequencename [-stretch] [-upscale] [-stride=value] [-nostarmask]
```

Dieser Befehl ruft [Starnet++](#) auf, um Sterne aus der Sequenz **sequencename** zu entfernen. Siehe STARNET

Verweis: [starnet](#)

9.4.2 Stern-Neuzusammensetzung

Stern-Neuzusammensetzung ist ein GUI-Werkzeug, das bei der Kombination von Bildern ohne Sterne und Sternmasken hilft. Es bietet keine einzigartige Bildmanipulation, die nicht auch auf andere Weise möglich ist, z. B. mit PixelMath und dem Werkzeug "Verallgemeinerte hyperbolische Streckung", aber es bietet eine Echtzeit-Vorschau auf die Kombination von zwei separaten Bildern mit unterschiedlichen Streckungen, die auf beide angewendet werden.

There is no command-line equivalent for this tool as it is purely graphical in nature, however starless and star mask images could be combined using the *pm* and GHT-related commands (*ght*, *invght*, *modasinh*, *invmodasinh* and *linstretch*).

Das Werkzeug befindet sich im Menü Bildbearbeitung im Untermenü Sternbearbeitung.

Das Dialogfeld ist in zwei Spalten unterteilt, eine für jedes der Eingabebilder.

Jedes Eingabebild wird über die entsprechende Dateiauswahl geladen. Jede Spalte verfügt über eine Vorschau des Streckungshistogramms, die minimiert werden kann, um die Verwendung auf kleinen Bildschirmen zu erleichtern, sowie über eine Reihe von GHS-Streckungssteuerungen sowie Schaltflächen zum Zurücksetzen und Anwenden.

Der Histogrammmodus kann zwischen linear und logarithmisch umgeschaltet werden, indem Sie den Schalter am unteren Rand des Dialogs betätigen. Dieses Dialogfeld befolgt die Siril-weite Voreinstellung für lineare oder logarithmische Histogramme, die im Fenster "Voreinstellungen" festgelegt werden kann.

Einfacher Modus

Das Dialogfeld hat zwei Ansichten, die bestimmen, welche Steuerelemente angezeigt werden. Es öffnet sich im einfachen Modus, der nur die nützlichsten Steuerelemente für eine typische Starless/Starmask-Kombination anzeigt.

- The stretch type for the starless image is set to Generalized Hyperbolic stretch and the Stretch Factor, Local stretch intensity, Symmetry Point and Black Point controls are shown. As well as using the SP control, the Symmetry Point can be set using the eyedropper tool to select the average pixel value of a selection from the image. *Note that the eyedropper tool is disabled when there is an unapplied BP shift: because of the process of applying the hyperbolic stretch and then the BP shift, the behaviour of the tool becomes non-intuitive when a non-zero BP parameter is set. To resolve this, simply apply the BP shift and the eyedropper will become available again for your next hyperbolic stretch.*
- Der Streckungstyp für das Sternmaskenbild ist auf modifizierte Arcsinh-Streckung eingestellt und die Steuerelemente Streckungsfaktor und Lichter-Schutzpunkt werden angezeigt.
- Das menschlich gewichtete Luminanz-Farbmodell wird für beide Streckungssätze verwendet: Dadurch bleiben die Farben im ungestreckten Bild besser erhalten.

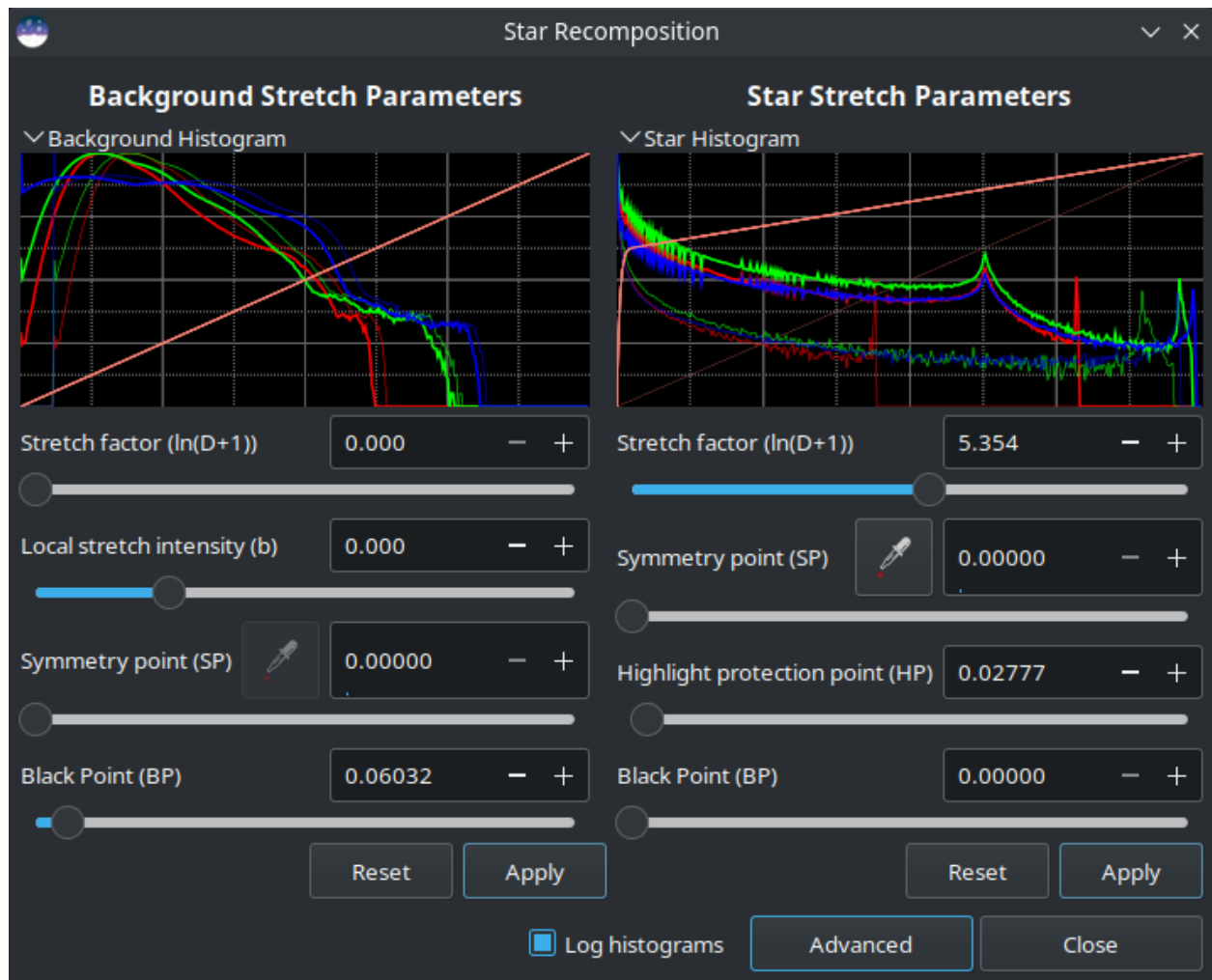


Abb. 48: Stern-Neuzusammensetzung.

Einzelheiten zu allen Streckungssteuerungen, sowohl die im einfachen als auch die im erweiterten Modus, finden Sie auf der Dokumentationsseite Generalisierte hyperbolische Streckung.

Das BP-Steuerelement funktioniert etwas anders als das BP-Steuerelement in der eigenständigen linearen GHS-Streckung (Schwarzpunktanpassung). In diesem Werkzeug wird die Schwarzpunktanpassung *nach* der hyperbolischen Streckung angewendet, während sie im eigenständigen Werkzeug eine separate Streckung ist, die allein angewendet wird. Bei dem Versuch, die Kombination unabhängiger Streckungen für die beiden Eingabebilder zu optimieren, erwies sich diese Vorgehensweise als die praktikabelste. Dies bedeutet jedoch, dass der Betrag der Schwarzpunktverschiebung, der in diesem Werkzeug erforderlich ist, sich von dem Betrag unterscheidet, der im GHS-Werkzeug erforderlich ist, und dass der Schwarzpunkt nicht durch Klicken auf das Histogramm eingestellt werden kann.

Jede Streckung ist unabhängig. Die Streckungseinstellungen für das sternlose Bild können über die linke Schaltfläche "Anwenden" angewendet werden: Dadurch wird das sternlose Bild entsprechend den aktuellen Streckungseinstellungen gestreckt und dann die Streckungseinstellungen zurückgesetzt, so dass weitere Streckungen iterativ angewendet werden können. In ähnlicher Weise können die Streckungseinstellungen für die Sternmaske über die rechte Schaltfläche "Anwenden" angewendet werden. Beide Streckungseinstellungen können mit der jeweiligen Schaltfläche "Zurücksetzen" auf die Standardwerte zurückgesetzt werden.

Mit der Schaltfläche am unteren Rand des Dialogs kann zwischen dem einfachen und dem erweiterten Modus umgeschaltet werden.

Erweiterte Ansicht


Im erweiterten Modus steht die gesamte Palette der GHS-Stretch-Steuerungen zur Verfügung, einschließlich Stretch-Typ, Farb-Stretch-Modell und Schattenschutzpunkt für beide Eingangsbilder. Dies ermöglicht bei Bedarf eine stärkere Anpassung der beiden Streckungen. Wenn die Benutzeroberfläche in den einfachen Modus zurückgesetzt wird, bleiben alle Änderungen, die mit den erweiterten Steuerelementen vorgenommen wurden, in Kraft, nur die Steuerelemente werden ausgeblendet.

Bemerkung: Es ist nicht möglich, die Sättigungskanäle mit diesem Werkzeug zu strecken. Das Werkzeug ist bereits recht speicher- und rechenintensiv: Eine Verdoppelung des Speicherbedarfs durch Hinzufügen einer HSL-Kopie jedes Arbeitsbildes wird als übertrieben angesehen. Die Sättigung kann leicht separat gestreckt werden, nachdem die Kombination abgeschlossen ist.

9.4.3 Sterne entsättigen

Wenn ein Sternsucher auf ein Bild angewendet wird (dessen Daten immer linear sind), werden um die Sterne Ellipsen angezeigt. Wenn eine Ellipse magentafarben ist, bedeutet dies, dass der Stern gesättigt ist.

Ein gesättigter Stern ist ein Stern, dessen hellste Pixel keine Informationen mehr über die Farbe haben und auf den Maximalwert beschnitten werden. Im Allgemeinen versuchen wir, die Sterne nicht zu sättigen, auch wenn dies bei den hellsten Sternen nicht immer möglich ist. Wenn trotz aller Vorsichtsmaßnahmen immer noch gesättigte Sterne vorhanden sind, verfügt Siril über einen Algorithmus, der das Profil des Sterns unter Berücksichtigung der Ergebnisse der während der Sternsuche ermittelten Daten rekonstruiert.

Zunächst müssen Sie eine Sternsuche durchführen, entweder mit dem Befehl *findstar* oder mit der Schaltfläche  im Fenster *Dynamisches PSF*. Das Entsättigungswerkzeug finden Sie dann unter *Sternverarbeitung* → *Sterne entsättigen*.

Tipp: Wir empfehlen die Verwendung eines Moffat-Profiles im Fenster *Dynamisches PSF*, um bessere Parameter zu erhalten.

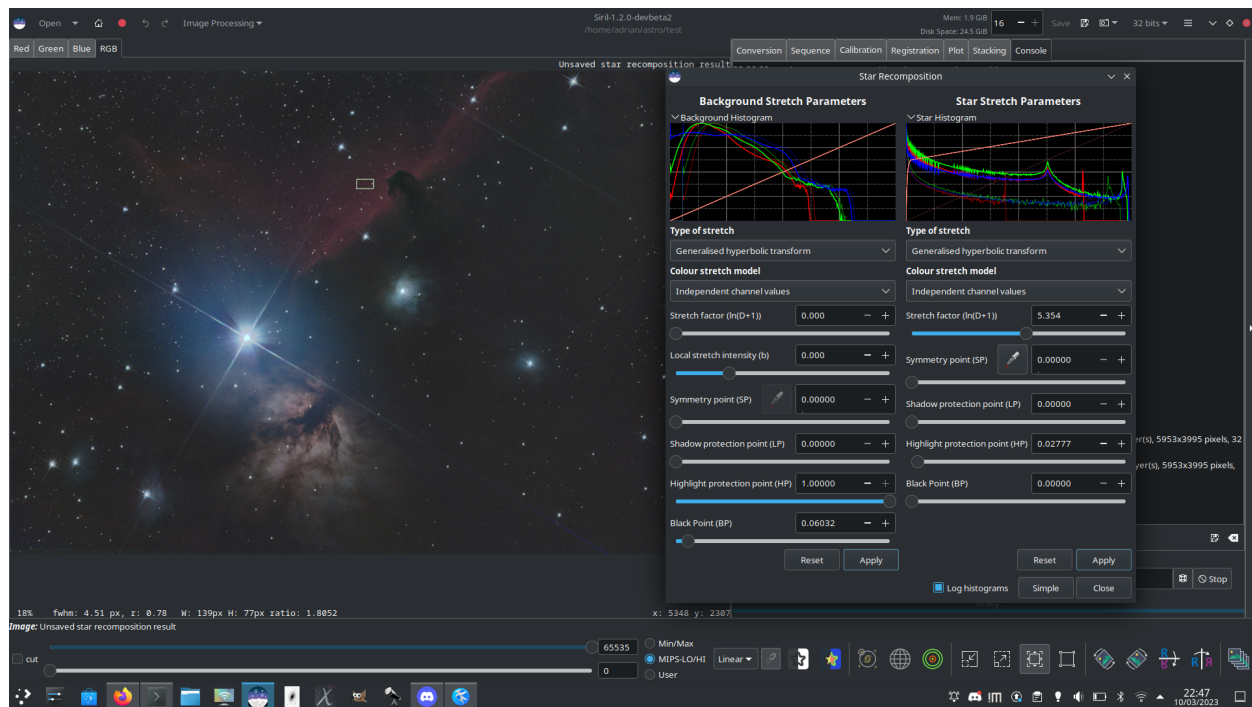


Abb. 49: Mit der Sternneuzusammensetzung ein sternloses Bild und eine Sternmaske der Alnitak-Region kombinieren

Warnung: Es ist wichtig, dieses Tool auf linearen Bildern auszuführen, da die Sterne sonst kein Gauß/Moffat-Profil haben und die Berechnungen ungültig sind.

Nach einem Klick auf das Werkzeug schaltet Siril auf die Konsole um und zeigt die Ergebnisse des aktuellen Prozesses an:

```
22:26:17: Star synthesis (desaturating clipped star profiles): processing...
22:26:17: Findstar: processing for channel 0...
22:26:21: Star synthesis: desaturating stars in channel 0...
22:26:21: Star synthesis: 70 stars desaturated
22:26:21: Remapping output to floating point range 0.0 to 1.0
22:26:21: Execution time: 4.09 s
```

Um die Änderungen zu sehen, ist es notwendig, eine erneute Sternsuche durchzuführen.

Siril Kommandozeile

```
unclipstars
```

Reprofilert übersättigte Sterne, um sie zu entsättigen, und skaliert die Ausgabe so, dass alle Pixelwerte $\leq 1,0$ sind

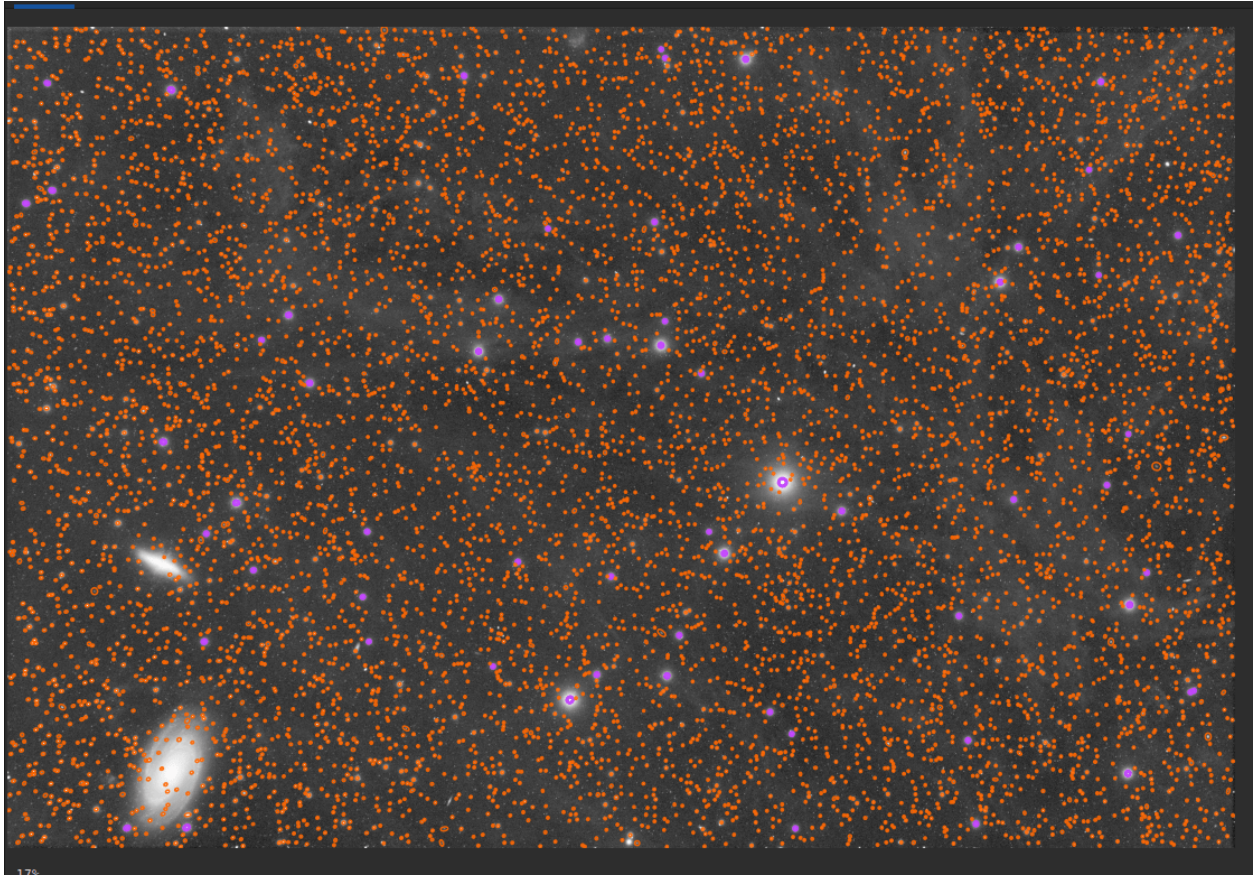


Abb. 50: Eine Sternsuche zeigt alle von Siril gefundenen Sterne. Die magentafarbenen Ellipsen stehen für gesättigte Sterne. Das Bild wird in der Autostretch-Ansicht angezeigt: Die Daten sind noch linear.

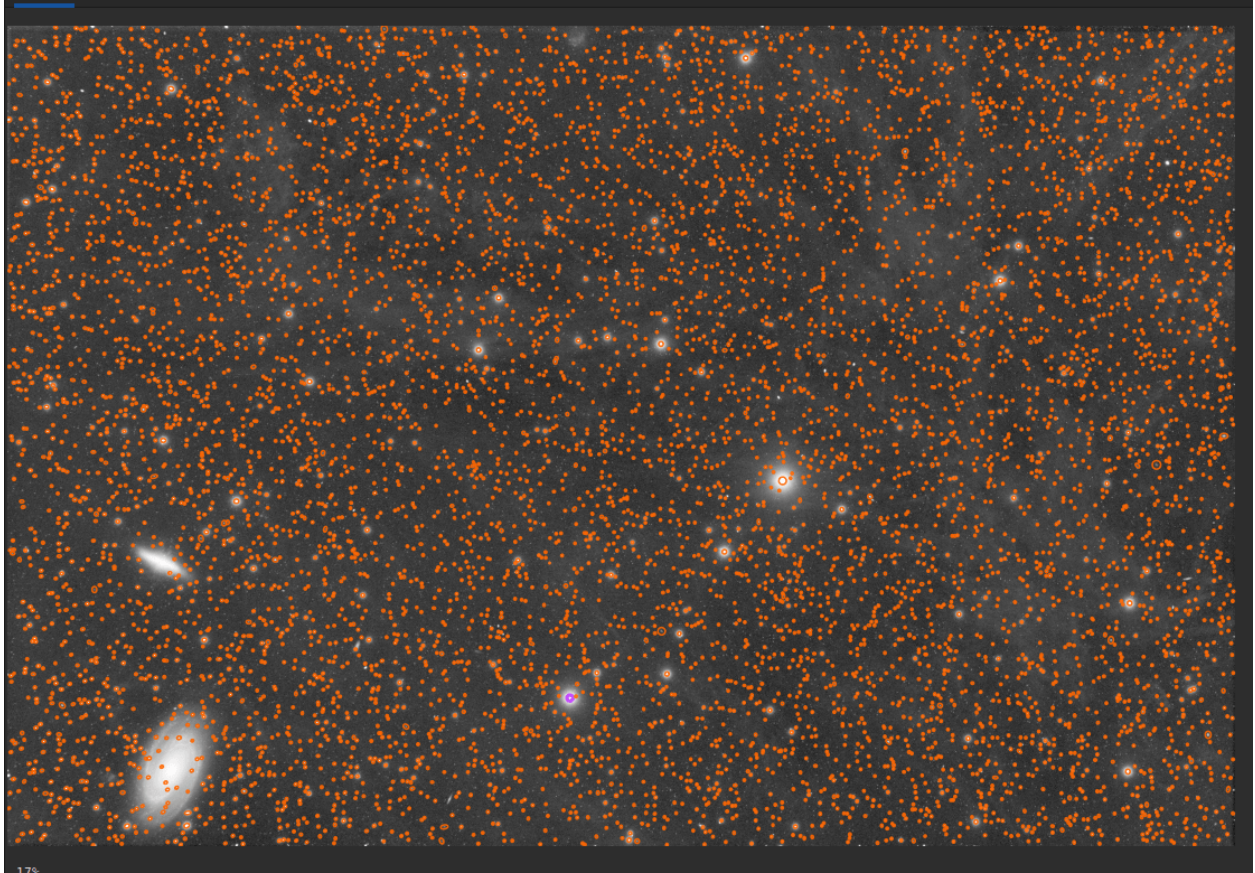


Abb. 51: Nach einer Entsättigungsbearbeitung sind keine magentafarbenen Ellipsen mehr sichtbar. Alle Sterne sind rekonstruiert worden. Das Bild wird in der Autostretch-Ansicht angezeigt: Die Daten sind immer noch linear.

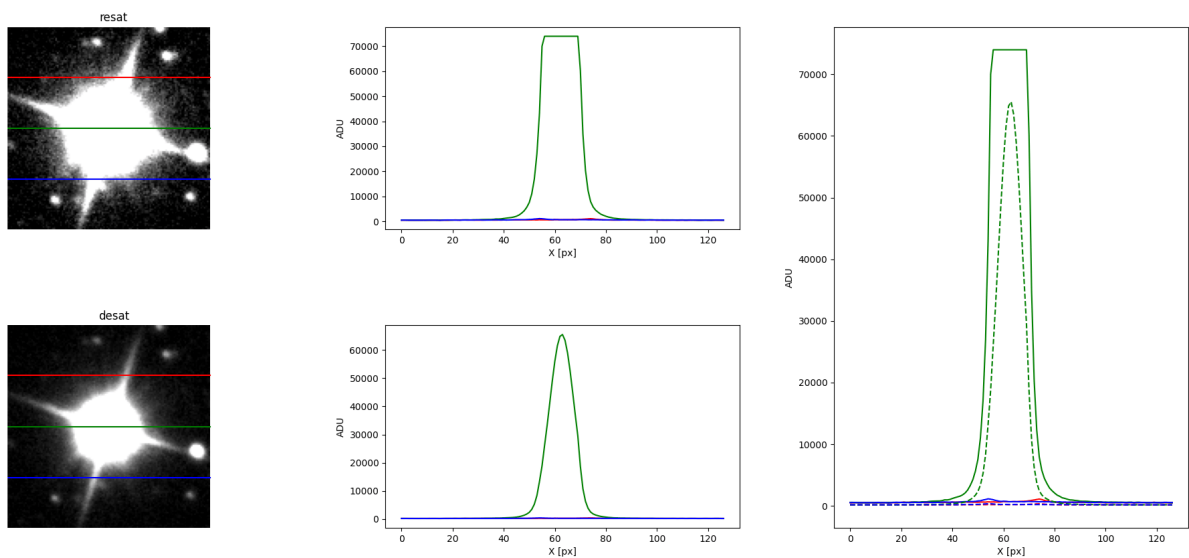


Abb. 52: Vergleich für einen Stern vor und nach der Anwendung des Entsättigungswerkzeugs.

9.4.4 Vollständige Resynthese

Das Werkzeug Vollständige Resynthese soll helfen, stark verzerrte Sterne mit Hilfe der Sternanpassungsfunktionen von Siril zu korrigieren. Es kann bei der Rettung von Bildern hilfreich sein, die unter einer starken Koma oder anderen Verzerrungen leiden. Wenn Siril die Sterne erkennen kann, kann es sie korrigieren.

Das Werkzeug befindet sich im Menü Bildbearbeitung im Untermenü Sternbearbeitung.

Das Ergebnis des Werkzeugs ist eine synthetische Sternmaske. Um diese nutzen zu können, muss sie mit einer sternfreien Version des Originalbildes neu kombiniert werden. Diese kann mit dem Befehl *starnet* oder dem Starnet-GUI-Tool oder mit Sternentfernungssoftware von Drittanbietern erstellt werden.

Dieses Werkzeug hat keine Optionen, man klickt einfach auf den Menüpunkt, um es zu benutzen, oder benutzt den Befehl *synthstar*.

Wenn keine Sterne im Bild erkannt wurden, ermittelt das Programm automatisch Sterne unter Verwendung der aktuellen Sternmodellierungsparameter, die über das Werkzeug "Dynamische PSF" oder über den Befehl *setfindstar* zugänglich sind.

Wenn Sterne mit dem Werkzeug Dynamische PSF oder dem Befehl *findstar* modelliert wurden, werden die entdeckten Sterne mit ihren individuellen modellierten Leuchtkraftprofilen resynthetisiert. Eine Verknüpfung zum Werkzeug "Dynamische PSF" wird über die Konfigurationsschaltfläche im GUI-Menü neben dem Werkzeug "Vollständige Resynthese" bereitgestellt.

Es wird empfohlen, die Sternerkennung zunächst manuell durchzuführen, da dies eine Überprüfung der Ergebnisse ermöglicht: Falls Galaxien fälschlicherweise als Sterne erkannt wurden, können sie aus der Liste der Sterne entfernt werden, bevor die Resynthese durchgeführt wird.

Sobald die synthetische Sternmaske erstellt wurde, kann sie mit dem Werkzeug Stern-Neuzusammensetzung mit dem sternlosen Bild kombiniert werden.

Befehle

Siril Kommandozeile

```
synthstar
```

Korrigiert schlechte Sterne im geladenen Bild. Unabhängig davon, wie viel Koma, Nachführdrift oder andere Verzerrungen Ihre Sterne haben, wenn Sirils Sternsucherroutine sie erkennen kann, wird *synthstar* sie korrigieren. Wenn Sie besonders vorsichtig sein wollen, sollten Sie alle Sterne, die Sie korrigieren möchten, manuell auswählen. Dazu können Sie den Konsolenbefehl *findstar* oder den Dialog Dynamischer PSF verwenden. Wenn Sie die Sternsuche nicht ausgeführt haben, wird sie automatisch mit den Standardeinstellungen ausgeführt.

Die besten Ergebnisse erzielen Sie, wenn Sie *Synthstar* vor dem Strecken ausführen.

Das Ergebnis von *synthstar* ist eine vollständig korrigierte synthetische Sternmaske mit perfekt runden Stern-PSFs (Moffat- oder Gauß-Profilen je nach Sternsättigung), die so berechnet werden, dass sie mit der Intensität, der FWHM, dem Farbton und der Sättigung übereinstimmen, die für jeden im Eingabebild erkannten Stern gemessen wurden. Diese kann dann mit dem sternlosen Bild rekombiniert werden, um ein Bild mit perfekten Sternen zu erzeugen.

Für diesen Befehl sind keine Parameter erforderlich



Verweis: *psf*

9.5 Geometrie

9.5.1 Rotieren

Um 90 Grad drehen

Mit dem entsprechenden Menü können Sie das Bild um 90 Grad im und gegen den Uhrzeigersinn drehen. Hier wird die Drehung ohne Interpolation der Pixel durchgeführt und ist daher die bevorzugte Methode, wenn Sie das Bild um ein

Vielfaches von 90 Grad drehen möchten. Diese Funktion ist auch über die Icons  und  in der Symbolleiste zu erreichen.

Rotieren und Zuschneiden

Für eine Drehung um einen anderen Winkel müssen Sie das Werkzeug Drehen&Zuschneiden verwenden. Es ermöglicht ein präzises Drehen und Zuschneiden, das leicht kontrolliert werden kann.

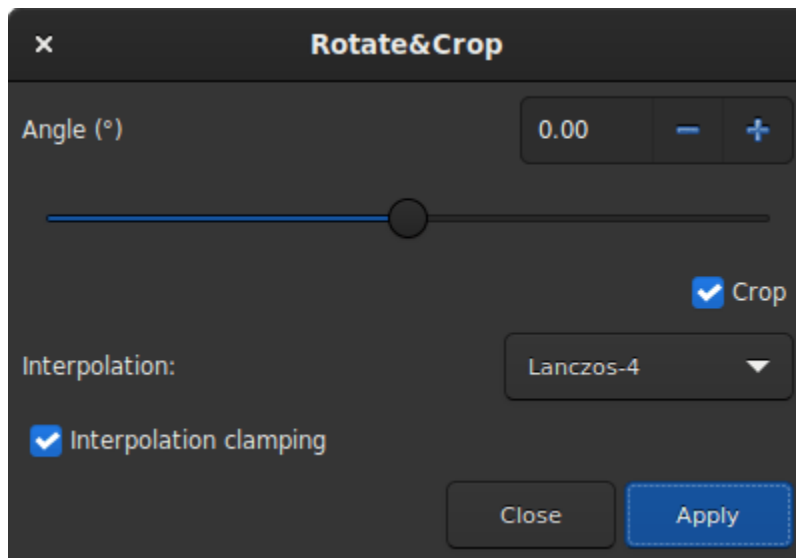


Abb. 53: Dialogbox Drehen und zuschneiden.

Es stehen fünf Interpolationsalgorithmen zur Verfügung:

- Nächster Nachbar
- Bilinear
- Bikubisch
- Pixel zu Fläche Verhältnis
- Lanczos-4 (Standard)

Lanczos-4 ist das Verfahren, das die besten Ergebnisse liefert. Wenn Sie jedoch Artefakte sehen, insbesondere Sterne, die von schwarzen Pixeln umgeben sind, sollten Sie andere Interpolationsverfahren ausprobieren. Die Schaltfläche

Interpolation wendet jedoch einen Begrenzungsfaktor auf die bikubische und Lanczos-4-Interpolation an, um Ringing-Artefakte zu vermeiden.

Wenn Sie nicht möchten, dass das Bild nach der Drehung beschnitten wird, sollten Sie das Häkchen bei der Schaltfläche *Zuschchnitt* entfernen. Die fehlenden Bereiche des Bildes werden dann jedoch mit schwarzen Pixeln gefüllt.

Das Interessante an diesem Werkzeug ist, dass die Drehung des Bildes durch einen roten Rahmen dargestellt wird, wie in der Abbildung unten zu sehen ist. Wenn eine Auswahl aktiv ist, ist es außerdem möglich, ihre Größe zu ändern und die Veränderung des Rahmens in Echtzeit zu sehen.

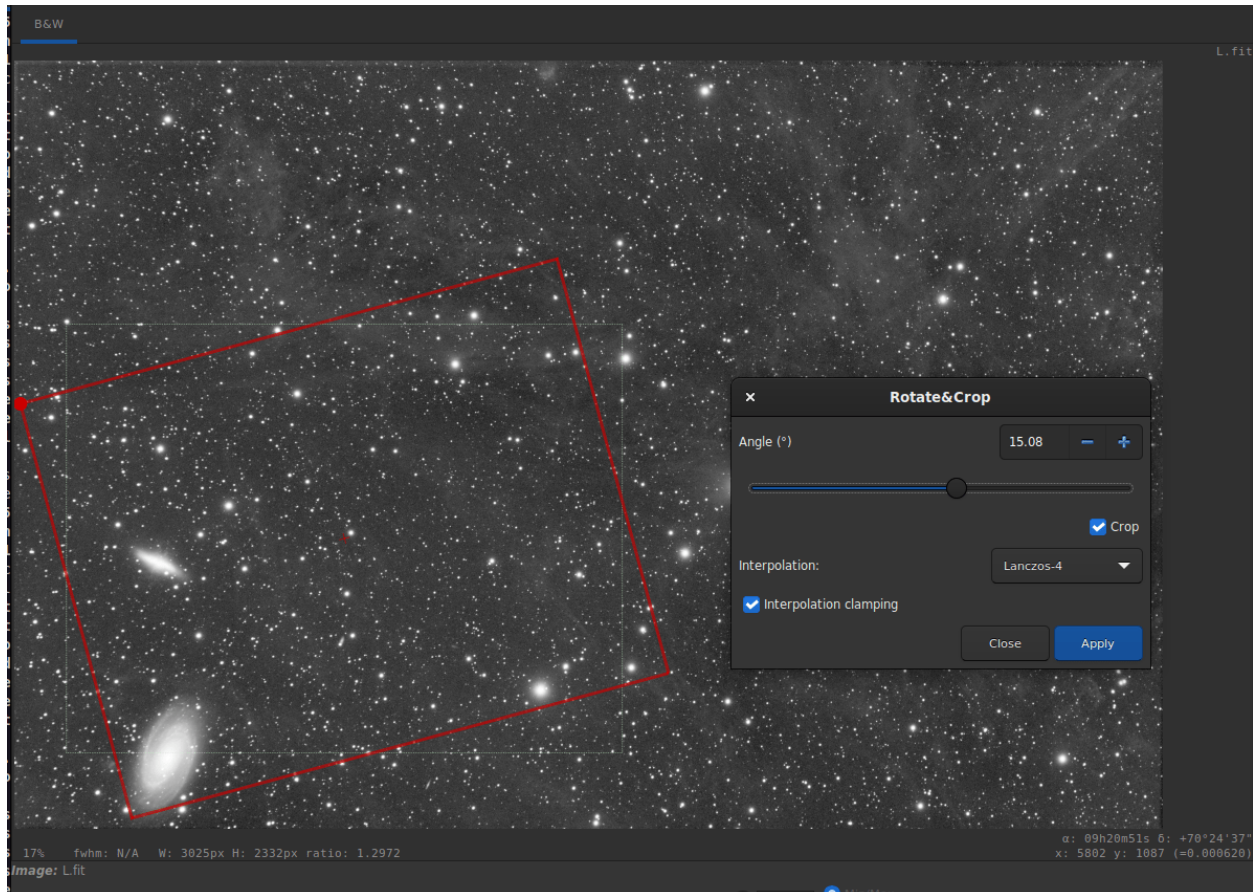


Abb. 54: Dialogfeld "Drehen und Zuschneiden" mit einer aktiven Auswahl. Klicken Sie, um die Abbildung zu vergrößern und die Details besser zu sehen.

Siril Kommandozeile

```
rotatePi
```

Dreht das geladene Bild um 180° um dessen Mitte. Dies ist gleichwertig mit dem Befehl "ROTATE 180" oder "ROTATE -180"

Verweis: [rotate](#)

Siril Kommandozeile

```
rotate degree [-nocrop] [-interp=] [-noclamp]
```



Dreht das Bild um einen Winkel mit dem Wert **degree**. Die Option **-nocrop** kann hinzugefügt werden, um ein Beschneiden auf die Bildgröße zu vermeiden (es werden schwarze Ränder hinzugefügt).

Hinweis: Wenn eine Auswahl aktiv ist, d. h. durch Verwendung eines Befehls "Boxselect" vor "Rotate", wird das resultierende Bild ein gedrehter Ausschnitt sein. In diesem besonderen Fall wird die Option **-nocrop** ignoriert, wenn sie übergeben wird.

Die Methode der Pixelinterpolation kann mit dem Argument **-interp=** angegeben werden, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste **no**[ne], **ne**[arest], **cu**[bic], **la**[nczos4], **li**[near], **ar**[ea]}. Wenn **none** übergeben wird, wird die Transformation erzwungen und eine pixelweise Verschiebung ohne Interpolation auf jedes Bild angewendet.

Die bikubische und die Lanczos4-Interpolationsmethode sind standardmäßig haltend, um Artefakte zu vermeiden, das kann aber mit dem Argument **-noclamp** deaktiviert werden

9.5.2 Spiegeln

Es ist auch möglich, eine Spiegeltransformation auf das Bild anzuwenden. Entweder entlang der x-Achse oder entlang der y-Achse. Diese Transformation ist auch über die Schaltflächen  und  der Symbolleiste zugänglich.

Siril Kommandozeile

```
mirrorx [-bottomup]
```

Spiegelt das Bild um die horizontale Achse. Die Option **-bottomup** spiegelt das Bild nur, wenn es nicht bereits "von-unten-nach-oben" ist

Siril Kommandozeile

```
mirrory
```

Spiegelt das Bild um die vertikale Achse

9.5.3 Binning

Das Binning ist eine spezielle Transformation für das Resampling von Bildern. Es berechnet die Summe oder den Mittelwert der Pixel 2x2, 3x3, ... (abhängig vom Binning-Faktor) des gespeicherten Bildes (ähnlich dem analogen Binning einer CCD-Kamera).

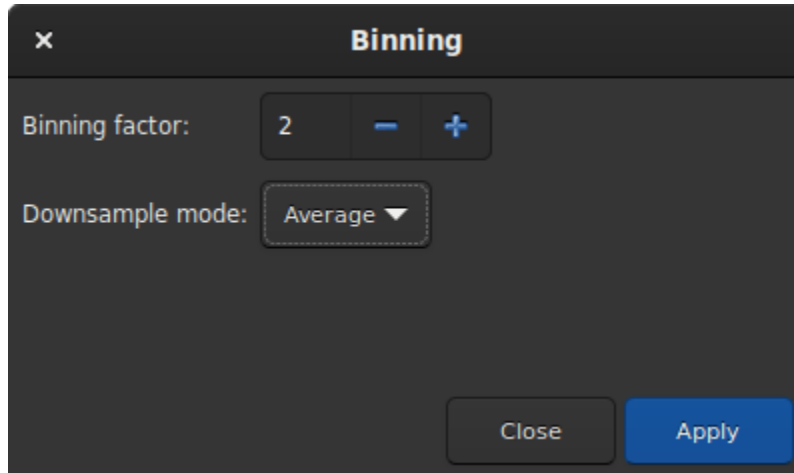


Abb. 55: Dialogbox Binning

Siril Kommandozeile

```
binxy coefficient [-sum]
```

Berechnet das numerische Binning des geladenen Bildes (Summe der Pixel 2x2, 3x3..., ähnlich dem analogen Binning einer CCD-Kamera). Wenn das optionale Argument **-sum** übergeben wird, wird die Summe der Pixel berechnet, ansonsten der Durchschnitt der Pixel

9.5.4 Resample

Mit dem Werkzeug Resample können Sie die Größe des Bildes auf Kosten einer Interpolation aus der folgenden Liste ändern:

- Nächster Nachbar
- Bilinear
- Bikubisch
- Pixel zu Fläche Verhältnis
- Lanczos-4 (Standard)

Lanczos-4 ist das Verfahren, das die besten Ergebnisse liefert. Wenn Sie jedoch Artefakte sehen, insbesondere Sterne, die von schwarzen Pixeln umgeben sind, sollten Sie andere Interpolationsverfahren ausprobieren. Die Schaltfläche *Interpolation* wendet jedoch einen Begrenzungsfaktor auf die bikubische und Lanczos-4-Interpolation an, um Ringing-Artefakte zu vermeiden.

Wenn Sie das Bildverhältnis ändern möchten, sollten Sie die Schaltfläche *Seitenverhältnis beibehalten* deaktivieren.

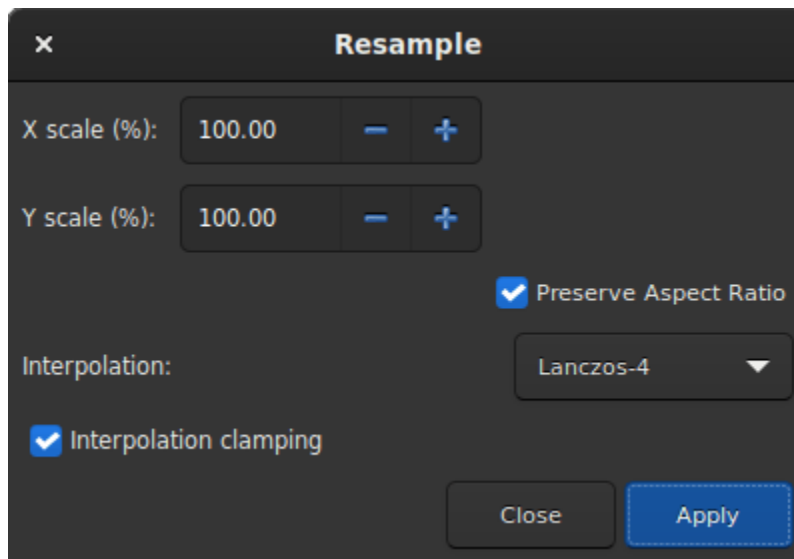


Abb. 56: Dialogbox Resample

Siril Kommandozeile

```
resample { factor | -width= | -height= } [-interp=] [-noclamp]
```

Skaliert die Bildgröße, entweder mit einem Faktor **factor** oder für die Zielbreite oder -höhe, die durch **-width=** oder **-height=** angegeben wird. Dies wird im Allgemeinen verwendet, um die Größe von Bildern zu ändern; ein Faktor von 0,5 halbiert die Bildgröße.

In der grafischen Benutzeroberfläche können wir sehen, dass mehrere Interpolationsalgorithmen vorgeschlagen werden.

Die Methode der Pixelinterpolation kann mit dem Argument **-interp=** angegeben werden, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste **no**[ne], **ne**[arest], **cu**[bic], **la**[nczos4], **li**[near], **ar**[ea]}. Wenn **none** übergeben wird, wird die Transformation erzwungen und eine pixelweise Verschiebung ohne Interpolation auf jedes Bild angewendet.

Die bikubische und die Lanczos4-Interpolationsmethode sind standardmäßig haltend, um Artefakte zu vermeiden, das kann aber mit dem Argument **-noclamp** deaktiviert werden

9.6 Hintergrund-Extraktion

Der Himmelshintergrund hat oft einen unerwünschten Farbverlauf bzw. Gradienten, der durch Lichtverschmutzung, den Mond oder einfach durch die Ausrichtung der Kamera relativ zum Boden verursacht wird. Diese Funktion tastet den Hintergrund an vielen Stellen des Bildes ab und sucht nach einem Trend in den Helligkeitsschwankungen und entfernt ihn anhand einer geglätteten Funktion, um zu vermeiden, dass Nebel mit entfernt werden.

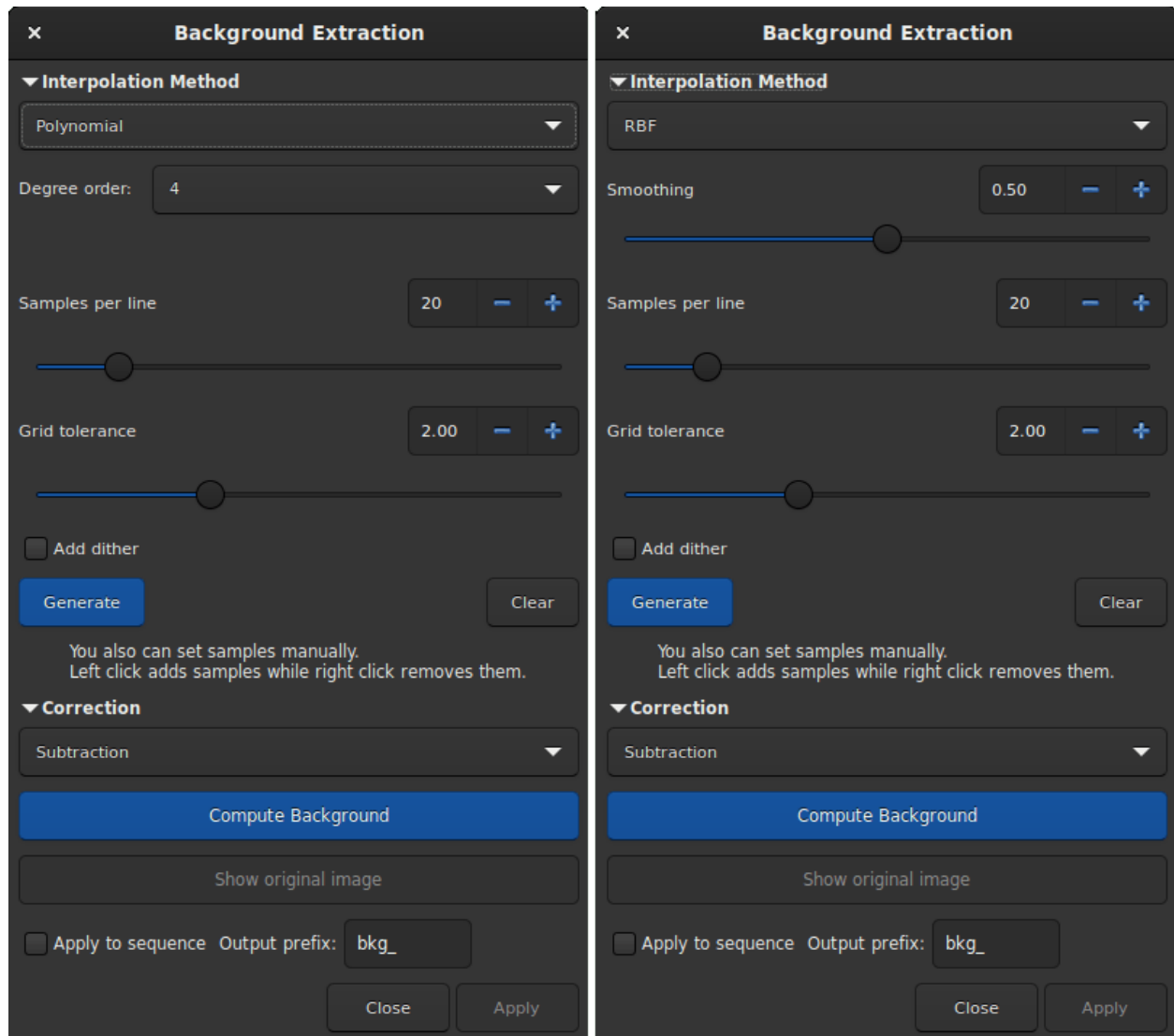


Abb. 57: Dialogbox Hintergrund-Extraktion. Auf der linken Seite ist die Polynom-Version zu sehen, rechts RBF.

Stichproben können automatisch platziert werden, indem man eine Anzahl vorgibt (*Stichproben pro Reihe*) und auf *Generiere* klickt. Wenn Bereiche des Bildes um den Faktor *Gitternet Toleranz* mal sigma heller als der Median sind, wird dort keine Probe platziert. Nach der Generierung können Stichproben auch manuell hinzugefügt (Linksklick) oder entfernt werden (Rechtsklick).

Es gibt zwei Algorithmen zur Entfernung des Gradienten:

9.6.1 RBF

Dies ist die modernste Methode. Es verwendet die *Radiale Basisfunktion* http://de.wikipedia.org/wiki/Radiale_Basisfunktion, um einen Himmelshintergrund zu synthetisieren und den Farbverlauf mit großer Flexibilität zu entfernen. Es erfordert einen einzelnen Parameter, der in Form eines Schiebereglers vorliegt: *Glätten*. Mit diesem Wert können Sie bestimmen, wie weich oder hart der Übergang zwischen den Abtastpunkten berechnet wird. Bei großen und gleichmäßigen Verläufen ist ein hoher Glättungsfaktor sinnvoll, bei kleinen, lokalen Verläufen ein entsprechend niedrigerer Wert.

Tipp: Beginnen Sie mit der Grundeinstellung (50 %) und optimieren Sie diese schrittweise, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

Theorie

Radiale Basisfunktionen sind Funktionen der Form $\phi(\mathbf{x}) = \phi(\|\mathbf{x}\|)$, wobei wir in unserem Fall die euklidische Norm $\|\mathbf{x}\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}$ verwenden. Die Funktion f , die das Hintergrundmodell beschreibt, kann nun als lineare Kombination ausgedrückt werden

$$f(\mathbf{x}) = \sum_i w_i \phi(\|\mathbf{x} - \mathbf{x}_i\|) + o$$

wobei w_i den Gewichtungen für die verschiedenen Stichprobenpunkte entspricht und o einem konstanten Offset entspricht.

Die Anforderung, dass die Funktion f die Beispielpunkte durchlaufen soll, führt zu der Bedingung

$$\begin{pmatrix} \phi(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_1) & \phi(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2) & \dots & \phi(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_N) & 1 \\ \phi(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_1) & \phi(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_2) & \dots & \phi(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_N) & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \phi(\mathbf{x}_N - \mathbf{x}_1) & \phi(\mathbf{x}_N - \mathbf{x}_2) & \dots & \phi(\mathbf{x}_N - \mathbf{x}_N) & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \\ o \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \\ 0 \end{pmatrix},$$

was nur erfüllt werden kann, wenn die Matrix auf der linken Seite invertierbar ist. Mit der richtigen Wahl der Funktion ϕ kann dies immer gewährleistet werden [Wright2003].

Zusätzlich wird der Summand sI zur Matrix auf der linken Seite hinzugefügt, wobei s ein Glättungsparameter und I die Einheitsmatrix ist. Der Summand bewirkt eine Regularisierung, die zu einem glatteren Ergebnis führt, je größer der Parameter s ist. Dieser Parameter kann mit dem Parameter *Glätten* des Dialogfelds geändert werden.

Für die radiale Basisfunktion verwenden wir den Dünnpalten-Spline $\phi(|\mathbf{x}|) = |\mathbf{x}|^2 \log(|\mathbf{x}|)$.

9.6.2 Polynomial

Dies ist der ursprüngliche und einfachste Algorithmus, der in Siril entwickelt wurde. Bei der Polynomrechnung wird nur ein Parameter verwendet: die *Ordnung*. Je höher der Ordnungsgrad, desto flexibler ist die Korrektur, aber ein zu hoher Grad kann zu seltsamen Ergebnissen wie einer Überkorrektur führen.

Tipp: Eine Korrektur der Stufe 1 kann sehr nützlich sein, wenn Sie den Farbverlauf auf den Subs/Lights entfernen möchten.

Theorie

Polynomfunktionen sind Funktionen der Form

$$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 \quad (9.3)$$

In Siril ist der maximal zulässige Grad $n = 4$ und kann über das Dropdown-Menü *Ordnung* geändert werden. Darüber hinaus ist das Modell im Allgemeinen instabil und liefert schlechte Ergebnisse.

9.6.3 Allgemeine Einstellungen

- **Dithering hinzufügen:** Aktivieren Sie diese Option, wenn nach der Hintergrundextraktion Farbstreifen entstehen. Dither ist eine bewusst angewandte Form des Rauschens, die verwendet wird, um Quantisierungsfehler zu randomisieren und so großflächige Muster wie Farbstreifen in Bildern zu verhindern.
- **Korrektur:**
 - **Subtraktion:** Sie wird hauptsächlich zur Korrektur von additiven Effekten verwendet, z. B. von Gradienten, die durch Lichtverschmutzung oder den Mond verursacht werden.
 - **Division:** Sie wird hauptsächlich zur Korrektur multiplikativer Phänomene verwendet, wie z. B. Vignettierung oder differentielle atmosphärische Absorption. Diese Art von Operation sollte jedoch besser mit einer Master-Flat-Korrektur durchgeführt werden.
- **Berechne den Hintergrund-Gradienten:** Dies berechnet den synthetischen Hintergrund und wendet die ausgewählte Korrektur an. Das Modell wird immer aus dem im Speicher geladenen Originalbild berechnet, so dass der Benutzer iterativ arbeiten kann.
- **Zeige Originalbild:** Halten Sie diese Schaltfläche gedrückt, um das Originalbild zu sehen.

Der Hintergrundgradient eines vorverarbeiteten Bildes kann komplex sein, da sich der Gradient mit der Aufnahmesitzung gedreht haben kann. Es kann schwierig sein, ihn vollständig zu entfernen, da es schwierig ist, ihn mit einer Polynomfunktion darzustellen. Wenn dies der Fall ist, können Sie in Erwägung ziehen, den Gradienten in den Einzelframes zu entfernen: In einem Einzelbild ist der Hintergrundgradient viel einfacher und folgt im Allgemeinen einer einfachen linearen Funktion (Grad 1).

Tipp: Gute Ergebnisse mit dem RBF-Algorithmus erfordern im Allgemeinen weniger Stichproben als mit dem Polynomalgorithmus.

Siehe auch:

Weitere Erklärungen finden Sie in der entsprechenden Anleitung [hier](#) (englisch).

Siril Kommandozeile

```
subsky { -rbf | degree } [-dither] [-samples=20] [-tolerance=1.0] [-smooth=0.5]
```

Berechnet einen synthetischen Hintergrundgradienten unter Verwendung des Polynomfunktionsmodells des Grades **degree** oder des RBF-Modells (wenn stattdessen **-rbf** angegeben wird) und subtrahiert ihn vom Bild.

Die Anzahl der Stichproben pro horizontaler Linie und die Toleranz zum Ausschluss hellerer Bereiche können mit den optionalen Argumenten angepasst werden. Die Toleranz wird in MAD-Einheiten angegeben: Median + Toleranz * mad.

Dithering, das für geringe dynamische Gradienten erforderlich ist, kann mit **-dither** aktiviert werden.

Für RBF ist auch der zusätzliche Glättungsparameter verfügbar

Siril Kommandozeile

```
seqsubsky sequencename { -rbf | degree } [-nodither] [-samples=20] [-tolerance=1.0] [-  
↪smooth=0.5] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie SUBSKY, aber für die Sequenz **sequencename**.

Das Dithering, das für geringe dynamische Gradienten erforderlich ist, kann mit **-nodither** deaktiviert werden.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "bkg_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde. Nur ausgewählte Bilder der Sequenz werden verarbeitet

Verweis: [subsky](#)

9.7 Extraktion

9.7.1 Farbkanäle aufteilen

Diese Funktion erzeugt drei monochrome Bilder aus einem 3-Kanal-Farbbild, je nach konfiguriertem Farbraum. Bei RGB wird die Datei einfach in drei Teile zerlegt. Für die anderen wird der entsprechende Farbraum berechnet, entweder **HSL** (Farbton-Sättigungs-Helligkeit), **HSV** (Farbton-Sättigungs-Wert) oder **CIELAB**.

Tipp: Wird kein Name für einen Kanal angegeben, wird der Kanal nicht extrahiert.

Siril Kommandozeile

```
split file1 file2 file3 [-hsl | -hsv | -lab]
```

Teilt ein Farbbild in drei verschiedene Dateien auf (eine für jede Farbe) und speichert sie in den Dateien **file1.fit**, **file2.fit** und **file3.fit**. Als letztes Argument kann optional angegeben werden, **-hsl**, **-hsv** oder **-lab**, um eine HSL-, HSV- oder CieLAB-Extraktion durchzuführen. Wenn keine Option angegeben wird, erfolgt die Extraktion im RGB-Format, d.h. es wird keine Konvertierung durchgeführt

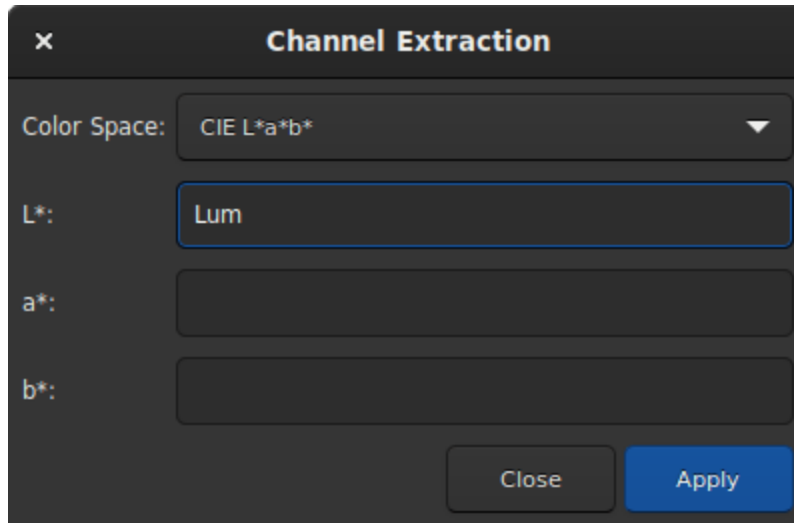


Abb. 58: Dialogbox Kanal Extraktion.

9.7.2 CFA aufteilen

CFA bedeutet Farbfilteranordnung. Dieser Begriff wird häufig verwendet, um den einkanaligen Bildinhalt eines Farbbildes zu beschreiben, wobei jedes Pixel den Werten entspricht, die hinter einem sensoreigenen Farbfilter erfasst wurden. Dies steht im Gegensatz zu debayerten Bildern (oder Debayered oder Demosaic).

Das Öffnen eines CFA-Bildes in Siril ist für die Vorverarbeitung/Kalibrierung erforderlich, z. B. das Entfernen des Dunkelstroms vor der Interpolation des Bildes in ein 3-Kanal-Farbbild. Wir können die Funktion "CFA aufteilen" verwenden, um diese Daten zu extrahieren:

- **CFA (Color Filter Array) Kanäle aufteilen:** Aus dem CFA-Bild werden vier Bilder erstellt, die jeweils einen Filter der Bayer-Matrix darstellen, also im Allgemeinen R.fit, G1.fit, G2.fit und B.fit. Dies ist nützlich, wenn das Ziel darin besteht, die verschiedenen Farben des Bildes getrennt zu verarbeiten.
- **Ha Extrahieren:** Die Verwendung eines H-Alpha-Filters mit einem Farbkamerabild (OSC: on-sensor color, oder one-shot color camera) bedeutet, dass nur die Pixel mit Rotfilter nützlich sind, also im Allgemeinen nur ein Viertel davon. Diese Funktion erzeugt ein neues Bild, das nur die Pixel enthält, die mit dem Rotfilter verbunden sind, der in der Bayer-Matrix des Bildes dokumentiert ist.
- **Ha/OIII extrahieren:** Für OSC-Kameras gibt es Filter, die (fast) nur Photonen der Wellenlängen H-alpha und O-III durchlassen. Bei dieser Extraktion werden zwei Bilder erzeugt: ein Bild aus den roten Pixeln wie bei Extract Ha und ein Bild, das die grünen und blauen Pixel zu einem Bild für O-III kombiniert. Beide Bilder entsprechen der halben Auflösung des Eingabebildes.

Bemerkung: There is a frequently asked question about why Ha and OIII images are different sizes and how they are split out. This note attempts to explain an answer to that FAQ.

In a colour image sensor the pixels are covered in a very fine filter matrix called a Color Filter Array (CFA) or Bayer matrix. The arrangement of filtered pixels is one of a number of patterns: RGGB, GBGR etc.

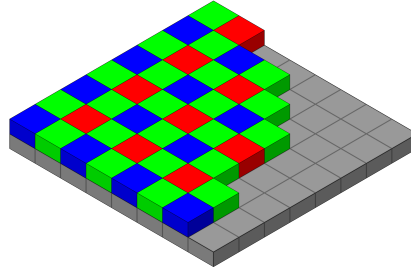


Abb. 59: Original image by Cburnett, licensed as CC BY-SA 3.0.

Of these pixels, only the R pixels are sensitive to Ha. So first we split out all the red pixels into a Ha image. As only 1 in 4 of the CFA elements are red, the image dimensions of the Ha image are half that of the original sub.

The remaining pixels, G and B, are all sensitive to OIII. The sensitivity of the G filtered pixels to OIII is different to the sensitivity of B filtered pixels to OIII, however they are imaging the same scene and evenly distributed so the average intensity must be the same.

$$G_i = G_{io} \times \frac{3 \times \overline{G_o}}{2 \times \overline{G_o} + \overline{B_o}}$$

$$B_i = B_{io} \times \frac{3 \times \overline{B_o}}{2 \times \overline{G_o} + \overline{B_o}}$$

Where B_i is the i^{th} blue pixel, B_{io} is the i^{th} original blue pixel and $\overline{B_o}$ is the average of all the original blue pixels (and similarly for the green pixels).

So far we have an equalised set of G and B pixels with gaps where the R pixels have been removed. So finally we use bilinear interpolation to estimate the R pixel values and end up with a full size OIII image.

Bemerkung: Die Ha/OIII-Resampling-Option bestimmt, wie die Ausgabe von Extract Ha/OIII behandelt wird. Keine Neuabtastung erzeugt ein OIII-Bild mit voller Auflösung und ein Ha-Bild mit halber Auflösung; Upsample Ha vergrößert das Ha-Bild um den Faktor 2, um es dem OIII-Bild anzupassen; Downsample OIII verkleinert das OIII-Bild um den Faktor 2, um es dem Ha-Bild anzupassen.

You may wish to use drizzling to upscale the Ha data instead of upscaling. As drizzling is a stacking method, in this case you must use *seqextract_HaOiii* to extract the Ha and OIII from each frame of the sequence, and then stack the OIII images in the usual way and the Ha images with a 2x drizzle.

- **Grün extrahieren:** Für die Fotometrie ist es oft nützlich, nur den grünen Teil des CFA-Bildes zu verarbeiten, da dieser empfindlicher ist und zwei Pixel zum Mitteln hat, was das Rauschen noch weiter reduziert. Natürlich wird auch die Schärfe des erzeugten Bildes um die Hälfte reduziert.

Bemerkung: Diese Funktionen funktionieren nur, wenn die Bayer-Matrix von der Aufnahmesoftware ordnungsgemäß dokumentiert wurde und wenn das Bildformat sie unterstützt, also im Allgemeinen FITS oder SER.

Warnung: Dies funktioniert nicht mit anderen Filtermatrizen als den Bayer-Matrizen, wie dem Fujifilm X-TRANS.

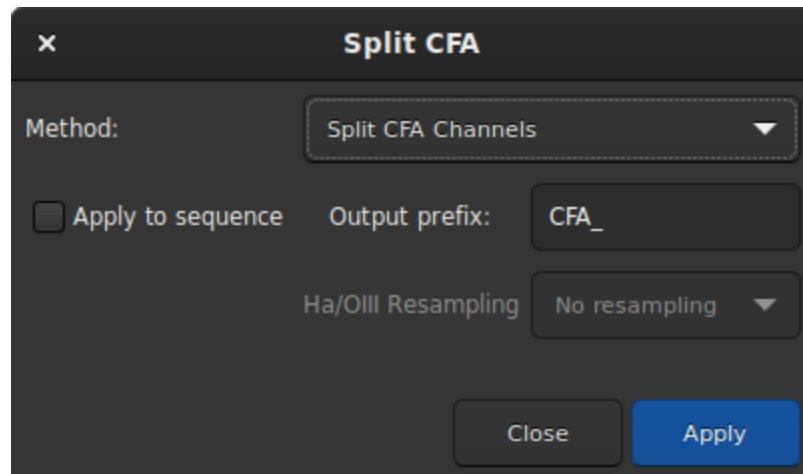


Abb. 60: Dialogbox CFA aufteilen.

9.7.3 Wavelet Layer

Dieses Tool extrahiert die verschiedenen Ebenen des Bildes durch Anwendung des Wavelet-Verfahrens. Jede Ebene wird in einem Bild gespeichert und der Satz von Bildern kann als Sequenz gelesen werden. Sie können bis zu 9 Ebenen für die Wavelet-Berechnung wählen, und der Algorithmus ist entweder linear oder BSpline. Letzteres ist in der Regel die bevorzugte Methode.

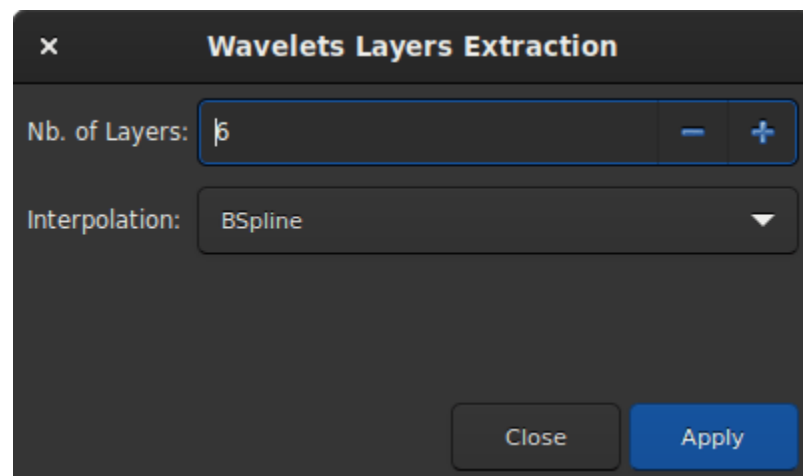


Abb. 61: Dialogfeld zur Extraktion von Wavelet-Ebenen.

Die Zerlegung erfolgt durch eine Reihe von Detailschichten, die mit zunehmenden charakteristischen Maßstäben definiert werden, und eine abschließende Restschicht, die die verbleibenden unaufgelösten Strukturen enthält.

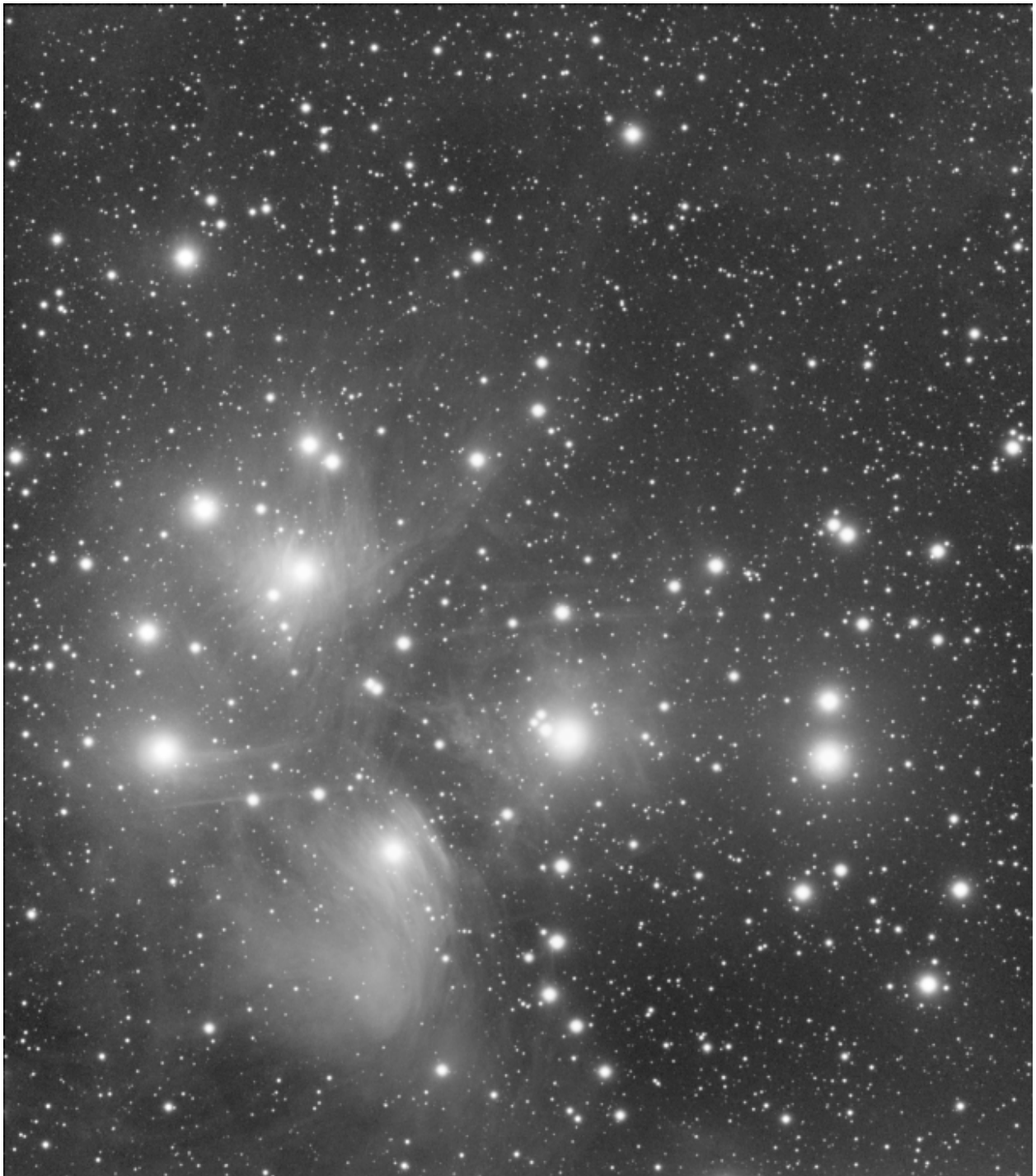


Abb. 62: Originalbild von M45 (courtesy of V. Cohas).

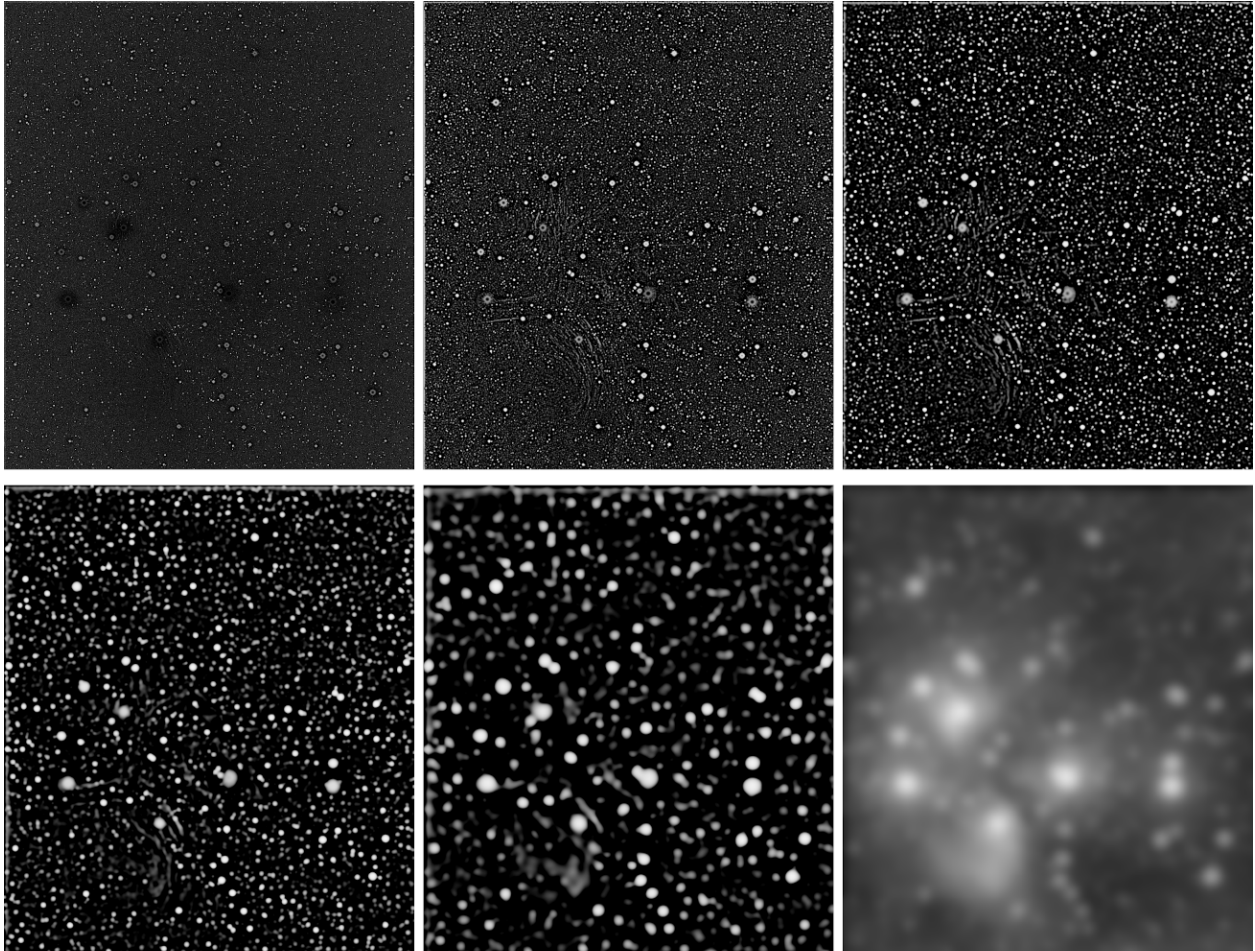


Abb. 63: 6 extrahierte Ebenen.

9.8 Lineare Übereinstimmung

Beim linearen Abgleich geht es darum, eine lineare Funktion zu finden, die die Intensität der Pixel eines Bildes am besten (im Sinne der kleinsten Quadrate) mit denen eines Referenzbildes abgleicht. Dies ist eine schnelle und einfache Methode, um die Histogramme verschiedener Bilder einander anzugleichen.

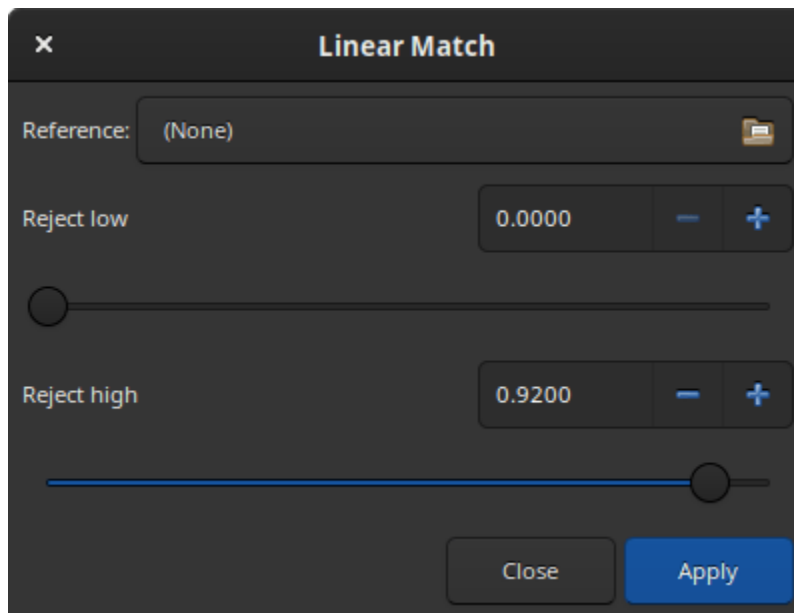


Abb. 64: Dialogfeld Lineare Übereinstimmung

Mit dem *Referenz-Bild* können Sie das Referenzbild auswählen.

Die Schieberegler *Ausschluss Low* und *Ausschluss High* ermöglichen es, Pixelwerte am linken und rechten Rand der Intensitätsverteilungen auszuschließen. Sie sind als Quantile definiert, die im Bereich $[0, 1]$ liegen. Der Standardwert für hoch ist beispielsweise 0,92, was bedeutet, dass die 8% hellsten Pixel von der Anpassung ausgeschlossen werden, um die linearen Anpassungskoeffizienten zu finden.

Warnung: Das Bild und die Referenz müssen vor der Anwendung eines linearen Abgleichs registriert werden. Andernfalls gibt es keinen Grund für die Annahme, dass die Intensitäten der Pixel korreliert sind.

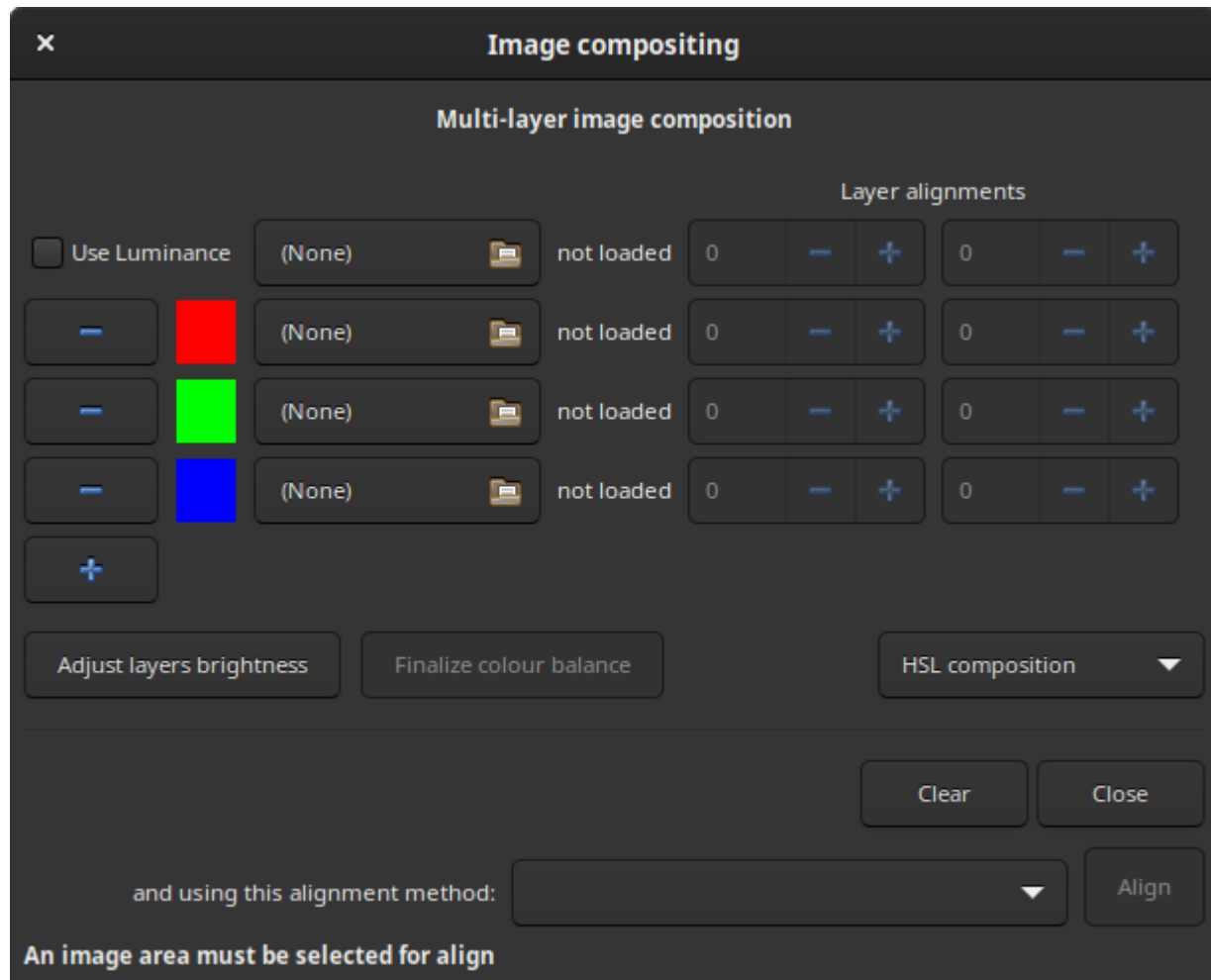
Siril Kommandozeile

```
linear_match reference low high
```

Berechnet eine lineare Funktion zwischen einem **reference**-Bild und dem geladenen Bild im Speicher und wendet sie an.

Der Algorithmus ignoriert alle Referenzpixel, deren Werte außerhalb des Bereichs **[low, high]** liegen

9.9 RGB-Zusammensetzung



The RGB composition tool allows you to assemble up to 8 monochrome images to form a single color image. The images can be shifted by translation but not by rotation, otherwise it will not be possible to register them. In such a situation, it is necessary to create a mini sequence of the input images and register them with the global registration algorithm.

The operation of this tool is quite simple, just load the images and assign them a color. The first field, optional, is reserved for the luminance layer. Once a luminance layer is loaded you can integrate it or not in the composition thanks to the *Use Luminance* button. Each color can be customized by clicking on it and choosing a new one. When more than 3 images (or 4 if there is luminance) are loaded, it may be necessary to adjust the brightness of each channel. The *Adjust layers brightness* button performs this operation automatically.

Bemerkung: For binning and image dimensions, the first loaded image determines the size of the output image. If you have images of different sizes, you should always load the largest first. If your images are different just because of binning, so with the same field of view, the composition tool will upscale the smaller images when they are loaded to match the size of the first loaded image. It is useful for the common L-RGB taken with the colour filters in bin 2. This also means that if two images have not been taken with the same sensor, it is unlikely they will have the same field of view and pixel sampling after image resampling, and this will not work with this tool.

Für das Rendern der Komposition stehen drei Farbräume zur Verfügung:

- **HSL** (for Farbton (hue), Sättigung (saturation), Helligkeit (lightness))
- **HSV** (für Farbton/hue, Sättigung/saturation, Wert/value; auch bekannt als HSB, für Farbton/hue, Sättigung/saturation, Helligkeit/brightness)
- **CIE L*a*b***

und sind der Wahl des Benutzers überlassen.

Once the composition is finished, it is possible to do the color balance by clicking on the button *Finalize color balance*: this opens the *color calibration dialog*.

If the images are not aligned with each other, and they are just shifted by translation, then it is possible to align them. Two algorithms are possible:

- **Ein-Stern-Registrierung (Deep-Sky)**: Sie müssen eine Auswahl um einen Stern herum zeichnen und dabei sicherstellen, dass die Auswahl den Stern in allen Kanälen enthält.
- **Ausrichtung von Bildmustern (Planeten/Deepsky)**: Sie müssen eine Auswahl um das auszurichtende Objekt ziehen. Damit der Algorithmus richtig funktioniert, ist ein ausreichend hoher Kontrast erforderlich.

Siril Kommandozeile

```
rgbcomp red green blue [-out=result_filename]
rgbcomp -lum=image { rgb_image | red green blue } [-out=result_filename]
```

Erstellt eine RGB-Komposition aus drei unabhängigen Bildern oder eine LRGB-Komposition aus dem optionalen Luminanzbild und drei monochromen Bildern oder einem Farbbild. Das Ergebnisbild heißt `composed_rgb.fit` oder `composed_lrgb.fit`, es sei denn, es wird ein anderer Name im optionalen Argument angegeben

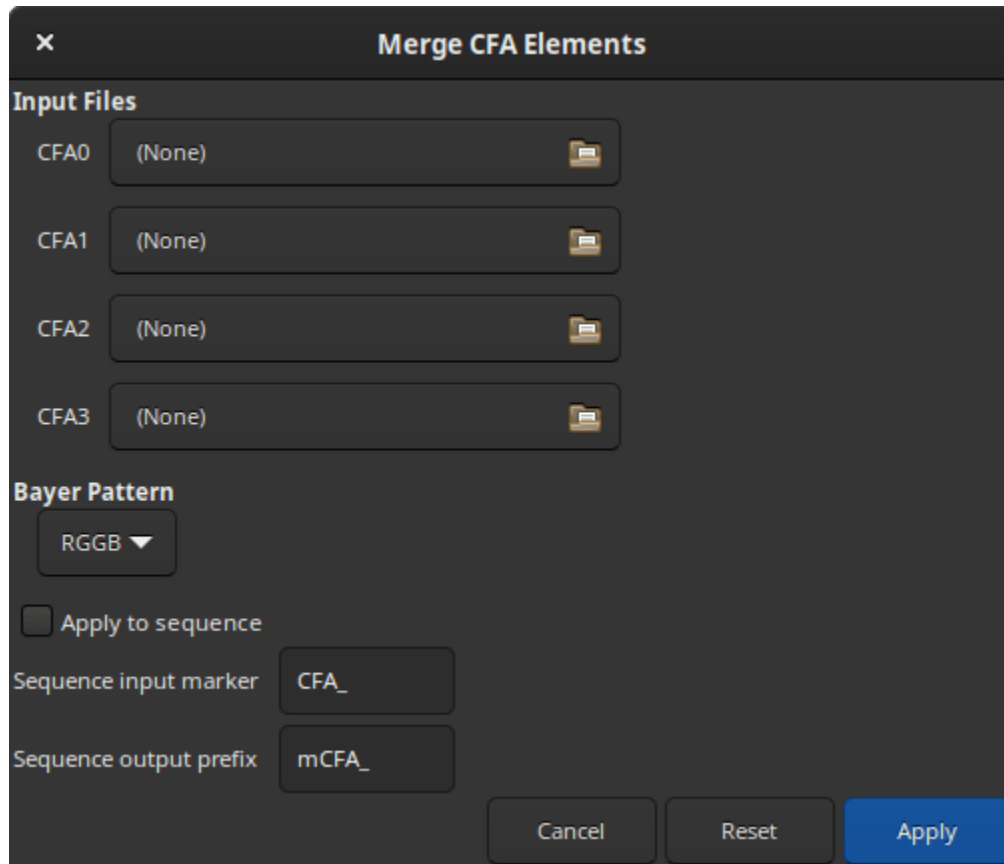
9.10 CFA Kanäle zusammenführen

Der Zweck dieses Werkzeugs besteht darin, mehrere monochrome Bilder zu kombinieren, die zuvor aus einem CFA-Sensor extrahiert wurden (z. B. mit dem Menü *Extraktion* → *CFA aufteilen...*). Das Werkzeug fügt die getrennten Bilder des roten, grünen (x2) und blauen Kanals zu einem einzigen zusammengesetzten Bild, dem CFA-Bild, zusammen.

Warnung: Dieses Tool ist für Bilder aus einer Bayer-Matrix gedacht und kann daher nicht mit Bildern aus X-Trans-Dateien von Fuji-Kameras arbeiten.

Der Dialog ist in drei verschiedene Teile gegliedert:

- **Eingabedateien:** Wählen Sie das Bild aus, das die Bayer-Teilmuster CFA0, CFA1, CFA2 und CFA3 enthält. Wenn dieses Bild mit der Siril-Funktion "Split CFA" erstellt wurde, hat es das Präfix "CFA".
- **Bayer-Muster:** Legt den Bayer-Muster-Header fest, der auf das Ergebnis angewendet werden soll. Dieses muss mit dem Bayer-Muster des Bildes übereinstimmen, aus dem die ursprünglichen Bayer-Subkanäle aufgeteilt wurden.
- Im unteren Teil des Dialogs können ganze Sequenzen verarbeitet werden, indem eine CFA-Bildsequenz rekonstruiert wird. Wenn Sie auf die Schaltfläche *Auf Sequenz anwenden* klicken, wird ein Hilfetext angezeigt, um korrekt vorzugehen. Dieser Text wird im nächsten Tooltip angezeigt. Es sind zwei Optionen verfügbar:



- **Sequenz-Eingabemarkierung:** Kennzeichnungspräfix, das zur Bezeichnung der CFA-Nummer in den einzelnen CFA-Kanalbildern verwendet wird. Dies sollte auf das Sequenzpräfix gesetzt werden, das bei der Ausführung des `split_cfa`-Prozesses verwendet wurde (Standard: `CFA_`).
- **Präfix der Sequenzausgabe:** Präfix der Bildnamen, die aus dem Merge-CFA-Prozess resultieren. Standardmäßig ist dies `mCFA_`.

Tipp: Sie müssen die Sequenz CFA0 auf der Registerkarte Sequenz des Hauptfensters ausgewählt haben.

Ihre einzelnen Sub-CFA-Sequenzen müssen auf genau dieselbe Weise bearbeitet worden sein.

Die Dateien **müssen** sich im gleichen Verzeichnis befinden und die Dateinamen **müssen** sich nur durch den Namen des CFA-Kanals unterscheiden. d.h. wenn ein CFA0-Bild `r_pp_CFA_0_Licht_0001.fit` ist, müssen die entsprechenden Bilder für die anderen CFA-Kanäle `r_pp_CFA_1_Licht_0001.fit`, `r_pp_CFA_2_Licht_0001.fit` und `r_pp_CFA_3_Licht_0001.fit` sein.

Jedes Bild in der Sequenz wird nur verarbeitet, wenn die entsprechenden Bilder für die anderen 3 CFA-Kanäle gefunden werden können. Sowohl G1 als auch G2 sind erforderlich. Dies bedeutet, dass, wenn Sie ein Bild verwerfen, das einen CFA-Kanal eines Bildes zwischen `split_cfa` und `merge_cfa` enthält, `merge_cfa` nicht in der Lage ist, die verbleibenden CFA-Kanäle für dieses Bild zusammenzuführen. Alle Sequenzfilterungen sollten entweder vor `split_cfa` oder nach `merge_cfa` durchgeführt werden.

Siril Kommandozeile

```
merge_cfa file_CFA0 file_CFA1 file_CFA2 file_CFA3 bayerpattern
```

Erzeugt ein Bayer-Farbbild aus 4 separaten Bildern, die die Daten der Bayer-Unterkanäle CFA0, CFA1, CFA2 und CFA3 enthalten. (Der entsprechende Befehl zur Aufteilung des CFA-Musters in Unterkanäle lautet **split_cfa**). Diese Funktion kann als Teil eines Arbeitsablaufs verwendet werden, bei dem die einzelnen Bayer-Farbkanäle vor dem Debayern verarbeitet werden. Der fünfte Parameter **bayerpattern** gibt das Bayer-Matrixmuster an, das neu erstellt werden soll: *bayerpattern* sollte einer der Werte 'RGGB', 'BGGR', 'GRBG' oder 'GBRG' sein

Siril Kommandozeile

```
seqmerge_cfa sequencename bayerpattern [-prefixin=] [-prefixout=]
```

Gleicher Befehl wie MERGE_CFA, aber für die Sequenz **sequencename**.

Das Bayer-Muster, das rekonstruiert werden soll, muss als zweites Argument als eines von RGGB, BGGR, GBRG oder GRBG angegeben werden.

Die Eingabedateinamen enthalten das identifizierende Präfix "CFA_" und eine Zahl, sofern nicht mit der Option **-prefixin=** anders angegeben.

Hinweis: Alle 4 Sätze von Eingabedateien **müssen** vorhanden sein und **müssen** einheitlich benannt sein, wobei der einzige Unterschied die Nummer nach dem identifizierenden Präfix ist.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "mCFA_" und einer Zahl, sofern mit der Option **-prefixout=** nichts anderes angegeben wurde

Verweis: [merge_cfa](#)

9.11 Pixel Math

Eines der leistungsfähigsten Werkzeuge in Siril ist die Pixelmathematik. Mit ihr können Sie die Pixel der Bilder mit mathematischen Funktionen manipulieren. Von einfacher Addition oder Subtraktion bis hin zu fortgeschrittenen Funktionen wie Modulationsübertragungsfunktion/MTF ist Pixel Math ein perfektes Werkzeug für die astronomische Bildverarbeitung.

Auf dieser Seite soll das Tool vollständig beschrieben werden. Detaillierte Beispiele finden Sie im ausgezeichneten [Tutorial](#) (englisch) auf der Website.

Das Fenster ist in 5 Bereiche unterteilt.

1. Die erste enthält 3 Textfelder, die die mathematischen Formeln enthalten. Nur das erste Feld wird verwendet, wenn Sie ein monochromes Bild erzeugen wollen. Deaktivieren Sie die Schaltfläche *Nutze einzelnen RGB/K Ausdruck*, um eine RGB-Ausgabe zu erzeugen.

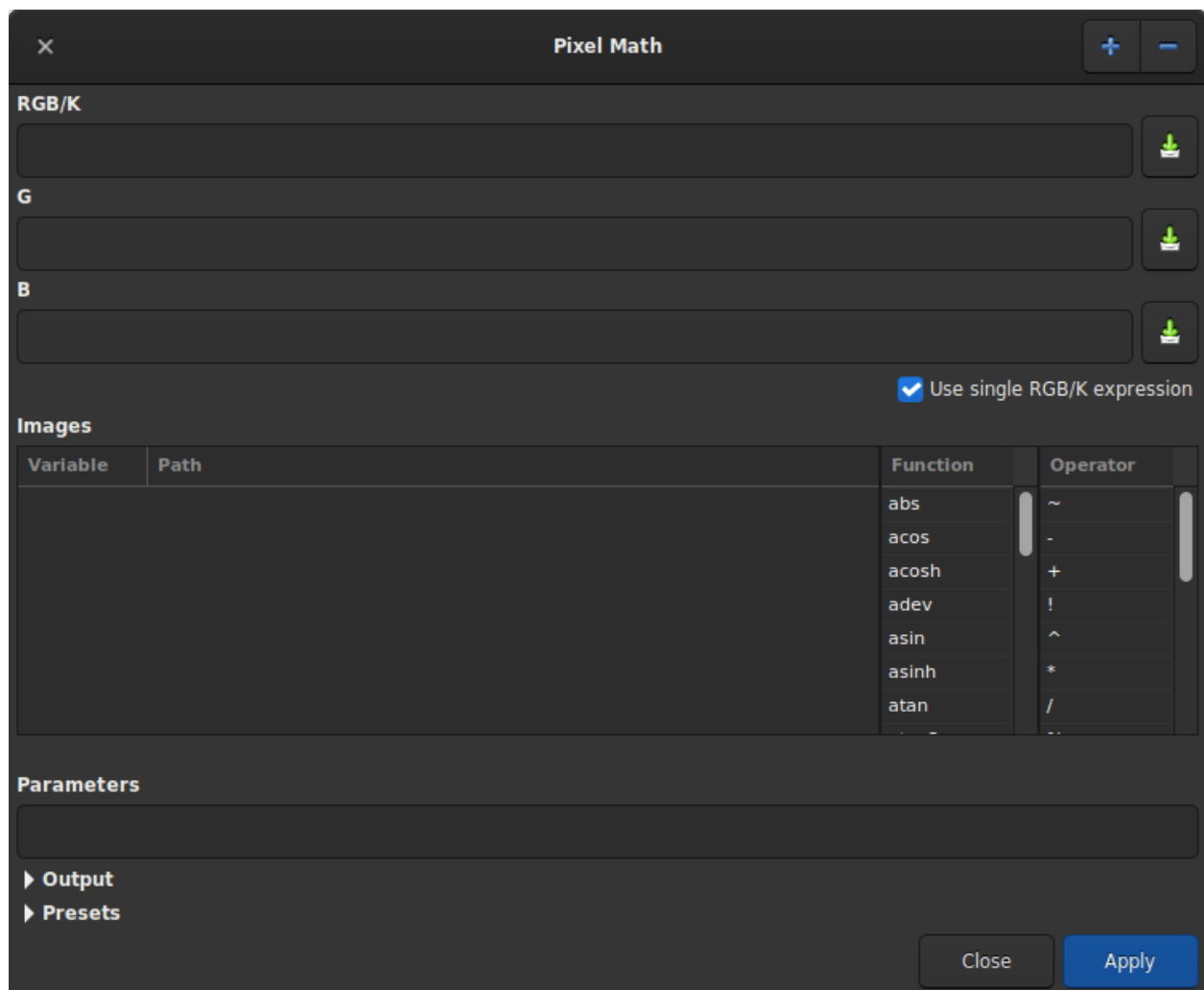


Abb. 65: Dialogfeld Pixel Math wie beim Öffnen gezeigt

- Der zweite ist der Variablenbereich mit der Auswahl von *Funktionen* und *Operatoren*. Jede Variable ist ein Bild, das zuvor mit der Schaltfläche + geladen werden muss. Sie können auf die gewünschte Funktion und/oder den gewünschten Operator klicken, um sie im Formelfeld erscheinen zu lassen.
- Der dritte, der Bereich **Parameter**, erlaubt es dem Benutzer, Parameter zu definieren, die durch , getrennt sind. Wenn Sie zum Beispiel Parameter mit dem Ausdruck Faktor=0,8, K=0,2 festlegen, werden alle Vorkommen von Faktor und K in der obigen Formel durch 0,8 bzw. 0,2 ersetzt. Die Formel $H_a * \text{Faktor} + O_{III} * K$ würde also zu $H_a * 0,8 + O_{III} * 0,2$ führen.

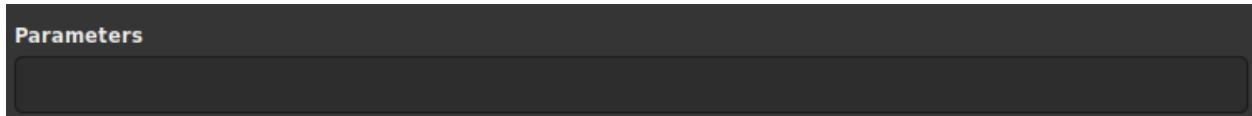


Abb. 66: Parameterbox Pixel Math

- Der Bereich **Ausgabe** ist für die Skalierung des Bildes innerhalb eines bestimmten Wertebereichs reserviert. Man muss den Bereich vor der Verwendung aufklappen.



Pixel Math Skalierungsbox

- Der Bereich **Voreinstellungen** schließlich ermöglicht es dem Benutzer, zuvor gespeicherte Formeln mit der Schaltfläche rechts neben den Formelbereichen wiederzuverwenden. Vor der Verwendung muss der Bereich aufgeklappt werden. Doppelklicken Sie auf die Formel, um sie in das korrekte Feld zu kopieren.

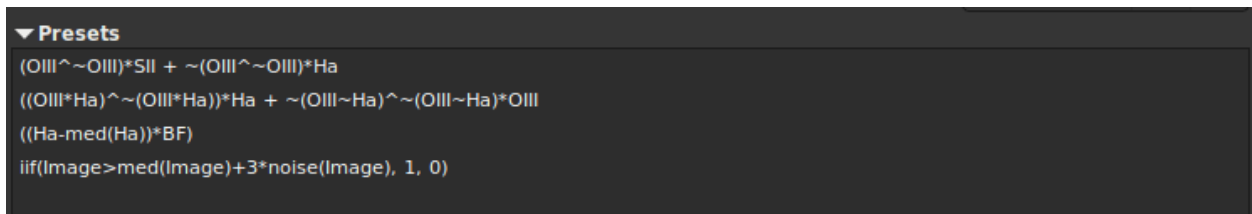


Abb. 67: Pixel Math Voreinstellungen

9.11.1 Benutzung

Namen der Variablen

Standardmäßig ist es möglich, 10 Bilder gleichzeitig zu laden. Jedem Bild wird ein Variablenname gegeben, der mit I beginnt, gefolgt von einer Zahl von 1 bis 10. Enthält das geladene Bild jedoch das Schlüsselwort **FILTER**, so wird der Wert dieses Schlüsselworts zum Standardvariablennamen. Natürlich ist es jederzeit möglich, ihn durch einen Doppelklick zu ändern.

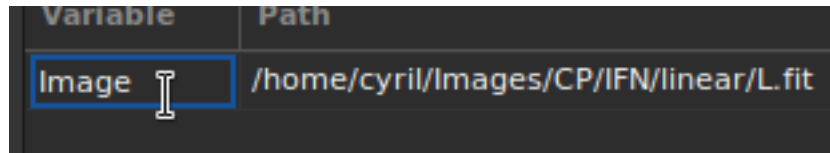


Abb. 68: Es ist möglich, den Namen der Variablen zu ändern.

Beispiele

Nehmen wir ein monochromes Bild von Galaxien. Es handelt sich um lineare Daten, die durch die Autostretch-Ansicht betrachtet werden.



Abb. 69: Originalbild.

Der folgende Ausdruck:

```
iif(Image>med(Image)+3*noise(Image), 1, 0)
```

wird eine Sternmaske erzeugt.

Siril Kommandozeile

```
pm "expression" [-rescale [low] [high]]
```

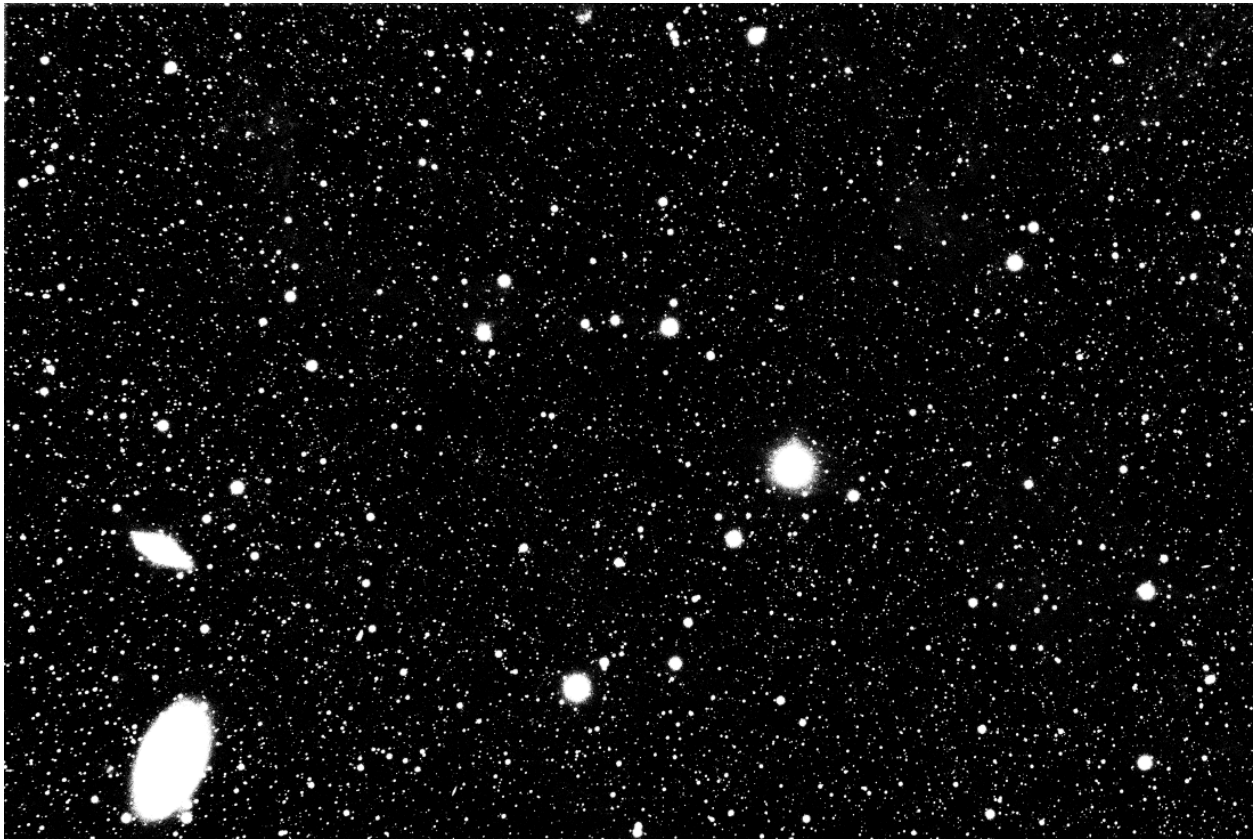


Abb. 70: Nach der obigen Formel.

Dieser Befehl wertet den im Argument angegebenen Ausdruck wie im PixelMath-Tool aus. Der vollständige Ausdruck muss in Anführungszeichen stehen, und die Variablen (d. h. die Bildnamen ohne Erweiterung, die sich in diesem Fall im Arbeitsverzeichnis befinden) müssen von dem Token \$ umgeben sein, z. B. "\$Bild1\$ * 0,5 + \$Bild2\$ * 0,5". Es können maximal 10 Bilder in dem Ausdruck verwendet werden.

Das Bild kann mit der Option **-rescale**, gefolgt von den Werten **low** und **high** im Bereich [0, 1], neu skaliert werden. Wenn keine niedrigen (low) und hohen (high) Werte angegeben werden, werden die Standardwerte auf 0 und 1 gesetzt

9.11.2 Funktionen

Es gibt zwei Arten von Funktionen. Solche, die sich direkt auf die Pixel beziehen, und solche, die sich auf das gesamte Bild beziehen (z. B. die Statistikfunktionen).

Tab. 1: Pixelbasierte Funktionen

Funktion	Anwendung	Definition
abs	abs (x)	Absoluter Wert von x.
acos	acos (x)	Arkuskosinus von x.
acosh	acosh (x)	Arkuskosinus Hyperbolicus von x.
asin	asin (x)	Arkussinus von x.
asinh	asinh (x)	Hyperbolscher Arkussinus von x.
atan	atan (x)	Arkustangens von x.
atan2	atan2 (y, x)	Arkustangens von y/x.
atanh	atanh (x)	Arkustangens Hyperbolicus von x.
ceil	ceil (x)	Rundet x auf zur nächsten Ganzzahl.
cos	cos (x)	Cosinus von x.
cosh	cosh (x)	Cosinus Hyperbolicus von x.
e	e	Die Konstante e=2.718282...
exp	exp (x)	Exponentialfunktion.
fac	fac(x)	Fakultätsfunktion.
iif	iif(cond, expr_true, expr_false)	Bedingungsfunktion (oder einzelige Wenn-Funktion/inline if function). Liefert <i>expr_true</i> , falls <i>cond</i> zu einem Wert != 0 ausgewertet wird. Liefert <i>expr_false</i> falls <i>cond</i> zu 0 ausgewertet wird.
floor	floor (x)	Höchste Ganzzahl die kleiner oder gleich x ist.
ln	ln (x)	Natürlicher Logarithmus von x.
log	log (x)	Logarithmus von x zur Basis 10.
log10	log10 (x)	Logarithmus von x zur Basis 10.
log2	log2 (x)	Logarithmus von x zur Basis 2.
max	max (x, y)	Maximum-Funktion. Liefert x, falls x>y, sonst y.
min	min (x, y)	Minimum-Funktion.
mtf	mtf (m, x)	Modulationsübertragungsfunktion (MTF, Midtones Transfer Function) von x für einen Mitteltonausgleichsparameter m im Bereich [0, 1].
ncr	ncr (x, y)	Binominalkoeffizient "n choose r".

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

Funktion	Anwendung	Definition
npr	npr (x, y)	Permutationsbefehl. Liefert die Anzahl der Permutationen ohne Wiederholungen von x Elementen aus einer Liste von y Elementen.
pi	pi	Die Konstante =3.141592...
pow	pow (x, y)	Exponentialfunktion x hoch y.
sign	sign (x)	Vorzeichen von x: +1 if $x > 0$ 1 if $x < 0$ 0 if $x = 0$.
sin	sin (x)	Sinus von x.
sinh	sinh (x)	Sinus Hyperbolicus von x.
sqrt	sqrt (x)	Quadratwurzel von x.
tan	tan (x)	Tangens von x.
tanh	tanh (x)	Tangens Hyperbolicus von x.
trunc	trunc (x)	Verkürzt x auf die vorherige Ganzzahl.

Tab. 2: Statistikfunktionen

Funktion	Anwendung	Definition
adev	adev (Image)	Durchschnittliche absolute Abweichung des Bildes.
bwmv	bwmv (Image)	Bi-gewichtete Mittelvarianz des Bildes (Biweight midvariance).
height	height (Image)	Höhe des angegebenen Bildes in Pixeln.
mad	mad (Image)	Mittlere absolute Abweichung des Bildes. mdev kann ebenfalls genutzt werden.
max	max (Image)	Pixel-Maximalwert des Bildes.
mean	mean (Image)	Mittelwert der Pixel des Bildes.
med	med (Image)	Median der Pixelwerte des Bildes. Es kann auch "median" verwendet werden.
min	min (Image)	Minimaler Pixelwert des Bildes.
noise	noise (Image)	Abschätzung des gaußschen Rauschens des Bildes.
sdev	sdev (Image)	Standardabweichung der Pixelwerte des Bildes.
width	width (Image)	Breite des Bildes in Pixeln.

9.11.3 Operatoren

Tab. 3: Operatoren

Operator	Anwendung	Definition
\sim	$\sim x$	Pixel-Inversoperator.
$-$	$-x$	Unärer Minus-Operator (Vorzeichenwechsel).
$+$	$+x$	Unärer Plus-Operator.
$!$	$!x$	Logischer NICHT-Operator.
$^$	$x ^ y$	Exponentialoperator.
$*$	$x * y$	Multiplikationsoperator.
$/$	x / y	Divisionsoperator.
$\%$	$x \% y$	Moduloperator (liefert den Divisionsrest).
$+$	$x + y$	Additionsoperator.
$-$	$x - y$	Subtraktionsoperator.
$<$	$x < y$	Kleiner-Als relationaler Operator.
$<=$	$x <= y$	Kleiner-Gleich relationaler Operator.
$>$	$x > y$	Größer-Als relationaler Operator.
$>=$	$x >= y$	Größer-Gleich relationaler Operator.
$==$	$x == y$	Relationaler Gleichheitsoperator.
$!=$	$x != y$	Relationaler Ungleichheits-Operator.
$\&\&$	$x \&\& y$	Logischer Operator UND.
\parallel	$x \parallel y$	Logischer Operator ODER.

Siril verfügt über eine Registerkarte, auf der die während der Registrierung oder anderer Berechnungen ermittelten Daten graphisch dargestellt werden. Diese Registerkarte ist sehr leistungsfähig und ermöglicht ein einfaches Sortieren der Bilder sowie eine eingehende Analyse derselben. Das Tastenkürzel für den Zugriff auf diese Registerkarte lautet F5.

10.1 Plot/Grafische Darstellung der Registrierungsdaten

Um die manuelle Sortierung und Auswahl Ihrer registrierten Einzelbilder zu verbessern, wurden auf der Registerkarte "Plot" Möglichkeiten zur grafischen Darstellung hinzugefügt. Nach Abschluss der Registrierung Ihrer Sequenz (oder beim Laden einer registrierten Sequenz) können Sie nun in der Dropdown-Liste die Parameter auswählen, die für die Darstellung und Sortierung Ihrer Daten von Interesse sind.

Sie können außerdem wählen, ob Sie einen der Parameter *gegen* einen Anderen darstellen möchten. In der Dropdown-Liste sind folgende Optionen verfügbar:

- **FWHM:** Dies ist die maximale Breite bei halbem Maximum, eines der gängigsten Kriterien zur Beurteilung der Qualität eines Deep-Sky-Bildes.
- **Rundheit:** Die Rundheit r wird als Verhältnis $\frac{\text{FWHM}_y}{\text{FWHM}_x}$ berechnet.
- **wFWHM:** Dies ist eine Verbesserung der einfachen FWHM. Die FWHM wird nach der Anzahl der Sterne im Bild gewichtet. Bei gleicher FWHM-Messung hat ein Bild mit mehr Sternen ein besseres wFWHM als ein Bild mit weniger Sternen. Auf diese Weise können viel mehr schlechte Bilder ausgeschlossen werden, indem die Anzahl der erkannten Sterne im Vergleich zum Referenzbild verwendet wird.
- **Hintergrund:** Durchschnittlicher Wert des Himmelshintergrundes.
- **# Sterne:** Dies ist die Anzahl der Sterne welche für die Registrierung genutzt wurden.
- **X-Position:** Verschiebung in X-Richtung bezogen auf das Referenzbild.
- **Y-Position:** Verschiebung in Y-Richtung bezogen auf das Referenzbild.
- **Qualität:** Dieses Kriterium ist eine Zahl im Bereich [0, 1], welche die Qualität angibt, die mit einem beliebigen Planeten-Registrierungsalgorithmus verarbeitet wurden.

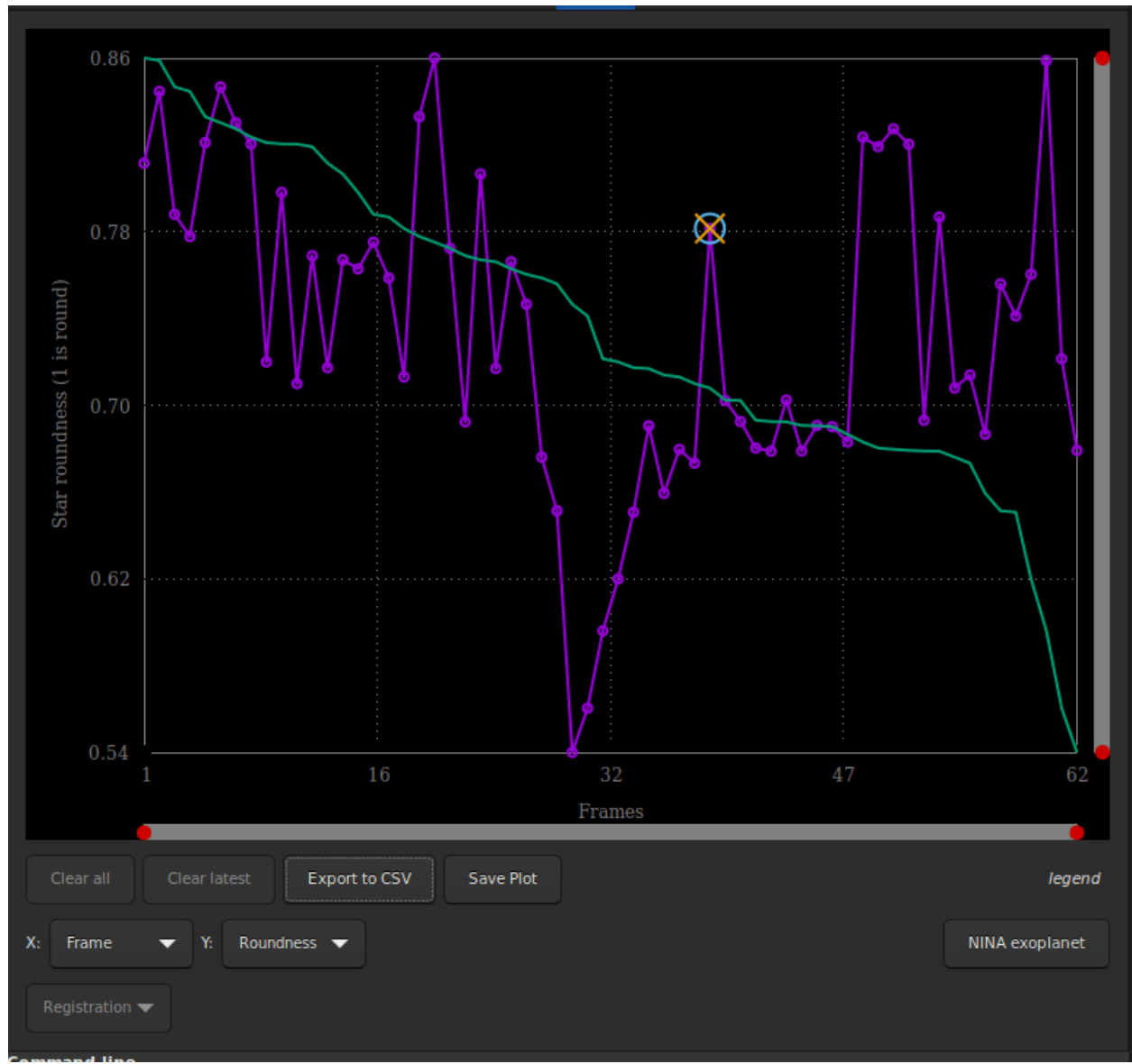


Abb. 1: Registerkarte *Plot* wie sie nach einer globalen Registrierung angezeigt wird.

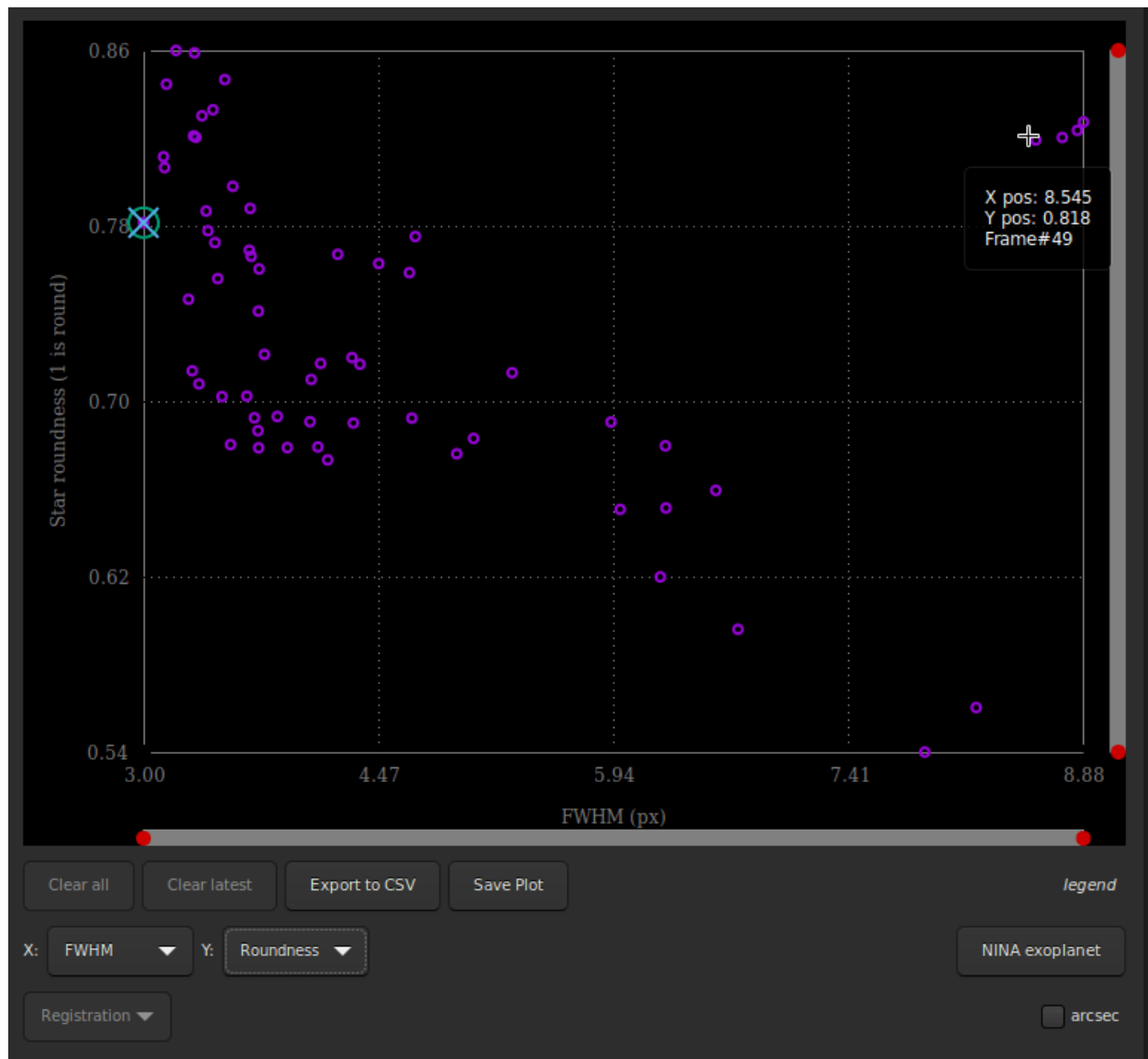


Abb. 2: Die Werte von Rundheit und FWHM werden als Punktwolke angezeigt. Bewegen Sie den Mauszeiger über die verschiedenen Datenpunkte, um die X- und Y-Werte zusammen mit der entsprechenden Bildnummer anzuzeigen.

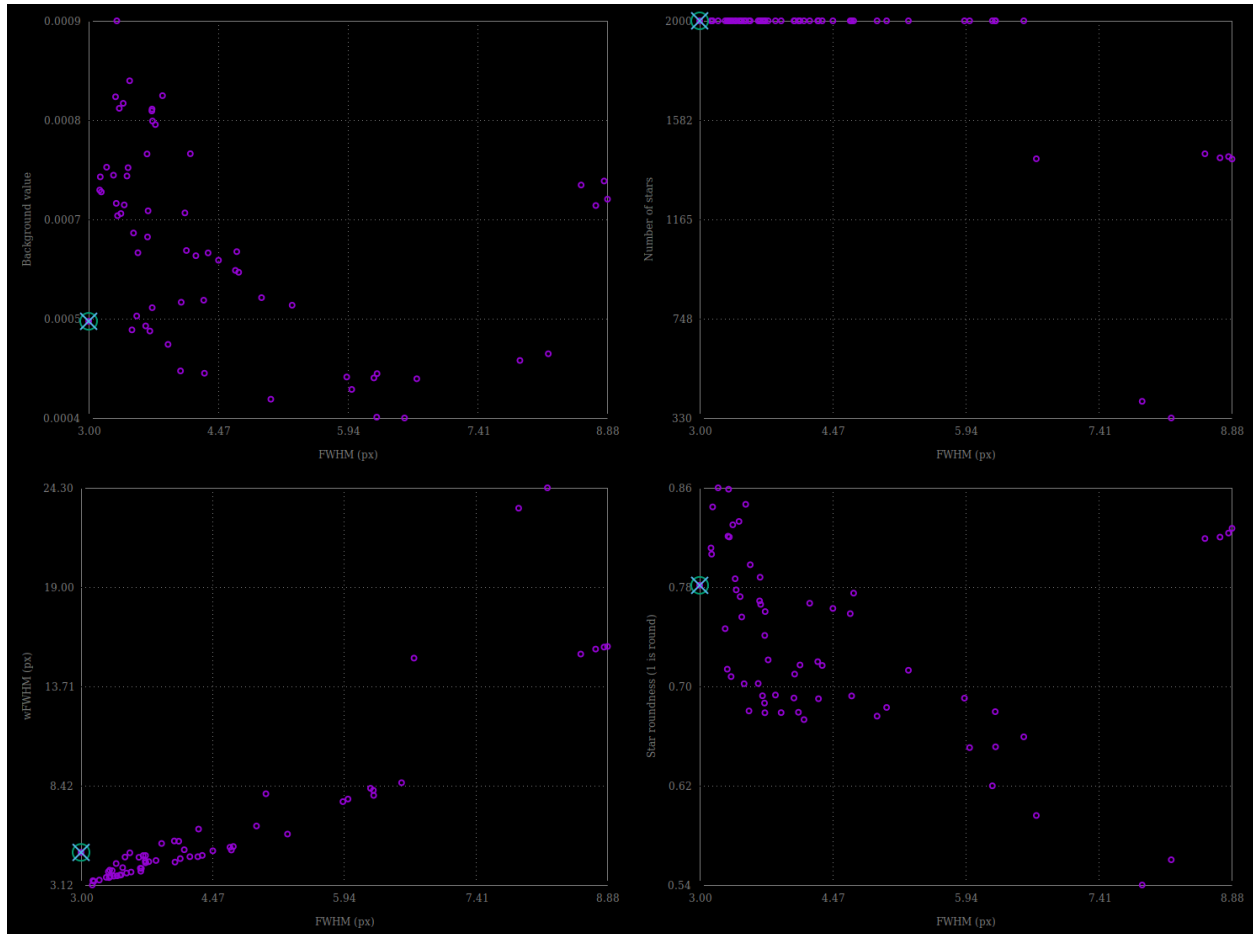


Abb. 3: Unterschiedliche Möglichkeiten der grafischen Darstellung mit dem selben Satz aufgenommener Bilder.

Klicken sie auf einen der Datenpunkte, um das Einzelbild auszuschließen oder zu öffnen. Mit der zweiten Option wird das Bild geladen und die Frameauswahl eingeblendet. Der für die Y-Werte gewählte Parameter wird in der letzten Spalte der Bildauswahl angezeigt, die dann zum Sortieren, Überprüfen oder Auswählen bzw. Abwählen von Einzelframes aus der Sequenz verwendet werden kann.

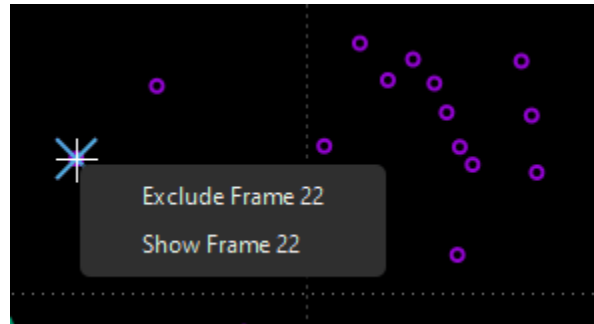


Abb. 4: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf einen Datenpunkt, um ihn auszuschließen oder in die Bildvorschau zu laden.

Sie können auch mehrere Datenpunkte auswählen bzw. deren Auswahl aufheben, indem Sie eine Auswahl im Diagramm zeichnen. Die Informationen am oberen Rand der Auswahl geben die Anzahl der ausgewählten Punkte sowie die Grenzwerte der Auswahl an. Sie können die Auswahl genauso umgestalten wie eine gezeichnete Auswahl in der Bildansicht. Wenn Sie mit Ihrer Auswahl zufrieden sind, können Sie mit einem Rechtsklick ein Menü aufrufen, in dem Sie die Punkte beibehalten oder ausschließen oder den Zoom auf die Auswahl einstellen können.

10.2 Photometrische Grafik

Als Ergänzung zum Sortieren und Filtern von Bildern einer Sequenz können Sie auch eine PSF eines Sterns für die gesamte Sequenz durchführen. Das Verfahren wird auf der Seite [photometry](#) detailliert beschrieben. Dann wird der Photometrie-Eintrag in der ersten Dropdown-Liste aktiviert und automatisch ausgewählt. Die übrigen Dropdown-Listen enthalten die folgenden Einträge:

- **FWHM:** Maximale Helligkeit bei halbem Maximum, wie oben definiert.
- **Rundheit:** Die Rundheit r wird als Verhältnis $\frac{FWHM_y}{FWHM_x}$ berechnet.
- **Amplitude:** Dies ist der maximalwert der angepassten Funktion, der sich an den Schwerpunktkoordinate befindet.
- **Magnitude:** Relative Magnitude/Helligkeit des analysierten Sterns.
- **Hintergrund:** Durchschnitt der lokalen Hintergrundhelligkeit im Bereich der PSF.
- **X-Position:** Verschiebung in X-Richtung bezogen auf das Referenzbild.
- **Y-Position:** Verschiebung in Y-Richtung bezogen auf das Referenzbild.
- **SNR:** Eine Abschätzung des Signal-Rauschverhältnisses.

Bei der Photometrie ist es im Gegensatz zur Registrierung nicht möglich, die X-Achse zu ändern. Und nur die Anzahl der Bilder kann verwendet werden (oder der julianische Tag).

- Mit den Schaltflächen *Alle zurücksetzen* und *Letztes zurücksetzen* können Sie entweder alle photometrischen Kurven oder die zuletzt gezeichnete Kurve löschen.
- Weitere Informationen über *NINA Exoplanet* finden Sie auf der Seite [Lichtkurve](#).

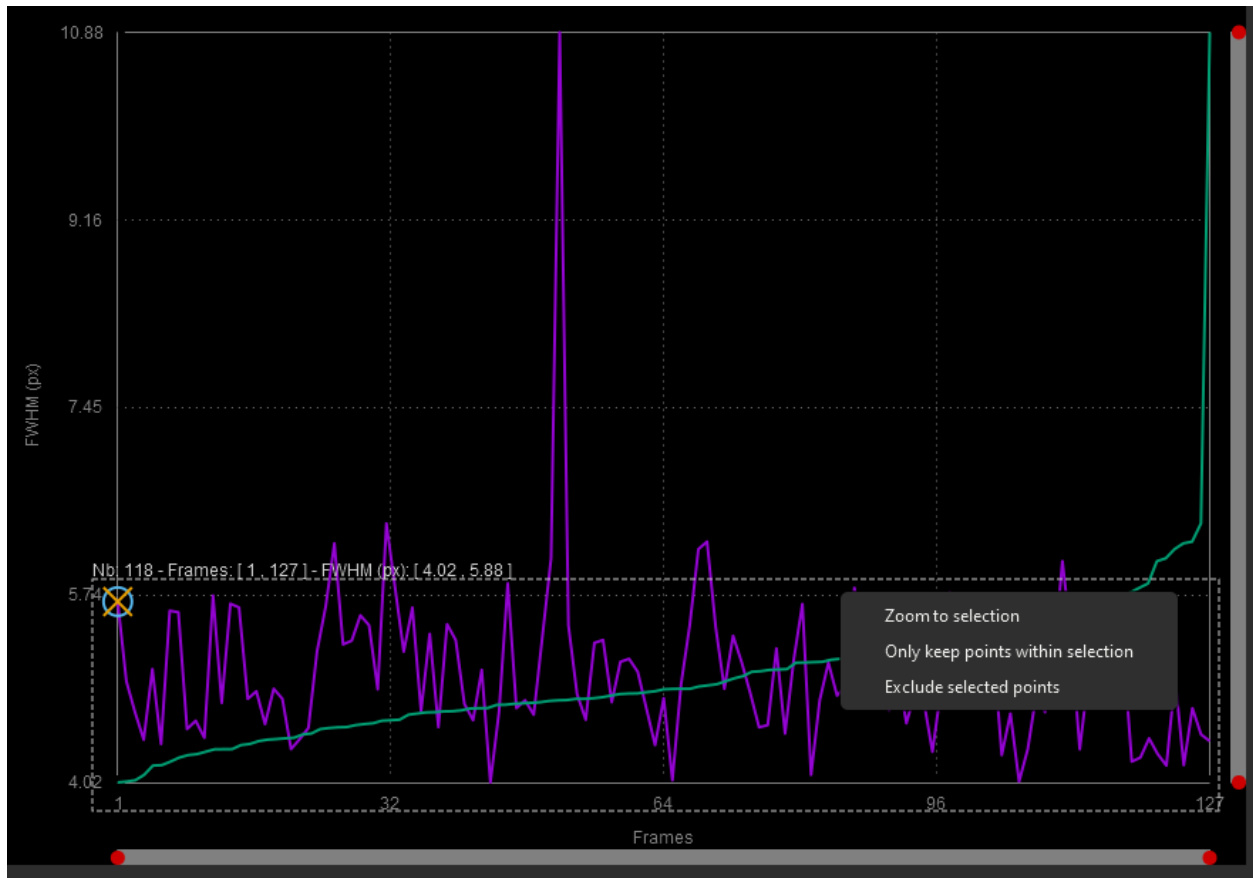


Abb. 5: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine gezeichnete Auswahl, um eine Massenauswahl zu treffen bzw. die Auswahl aufzuheben oder um zu zoomen.

10.3 Gemeinsame Optionen

- Jedes Diagramm kann im png-Format gespeichert werden, indem Sie auf die Schaltfläche *Grafik speichern* klicken. Die Datei, deren Namen einen Zeitstempel enthält, wird im aktuellen Arbeitsverzeichnis gespeichert.
- Die Schaltfläche *Exportieren als CSV* exportiert das angezeigte Diagramm in eine CSV-Datei.
- Wenn die Abtastrate des Bildes bekannt ist, zeigt die Schaltfläche *Bodensekunde* die FWHM in Bogensekunden statt in Pixeln an.

Tipp: Wenn Sie den Mauszeiger über das Wort "Legende" bewegen, wird die Legende der Grafik angezeigt.

- **Violette Kurve:** Tatsächliche Darstellung, wie sie mit den X- und Y-Auswahlen konfiguriert wurde.
 - **Grüne Kurve:** Sortierte Werte in der Reihenfolge abnehmender Qualität.
 - **Kreismarkierung:** Der Wert für das Referenzbild.
 - **Kreuzmarkierung:** Der Wert für das aktuell geladene Bild.
-

10.4 Grafik-Interaktionen

Hier ist eine Zusammenfassung der möglichen Interaktionen mit dem Grafikfenster:

- **Links-Klick** in einen Schieberegler: Setzt den nächsten roten Punkt darauf
- **Doppelklick** auf einen Schieberegler: Setzt diese Achse zurück
- **Rechts-Klick + verschieben** auf einem Schieberegler : Verschiebt den angezeigten Bereich
- **Links-Klick + verschieben** auf einem Schieberegler: Zeichnet eine Auswahl
- **Link-Klick + verschieben** auf dem Rand der Auswahl : Verändert die Größe der Auswahl
- **Doppelklick** in der Grafik : Setzt den Zoom beider Achsen zurück
- **Rechts-Klick** wenn eine Auswahl aktiv ist : Zeigt das Menü für : Zoom auf die Auswahl / Behalte nur die Punkte der Auswahl / Schließe die Punkte der Auswahl aus
- **Links-Klick** wenn eine Auswahl aktiv ist : Lösche die Auswahl

Dynamische Point Spread Funktion

Dieser Abschnitt beschreibt die beiden wesentlichen Schritte, die zur Erkennung von Sternen in Einzelbildern durchgeführt werden. Die Erkennung eines Einzelbildes kann mit *Burger Menu* → *Bildinformationen* → *Dynamische PSF* oder mit der Tastenkombination **Strg + F6** durchgeführt oder feinjustiert werden.

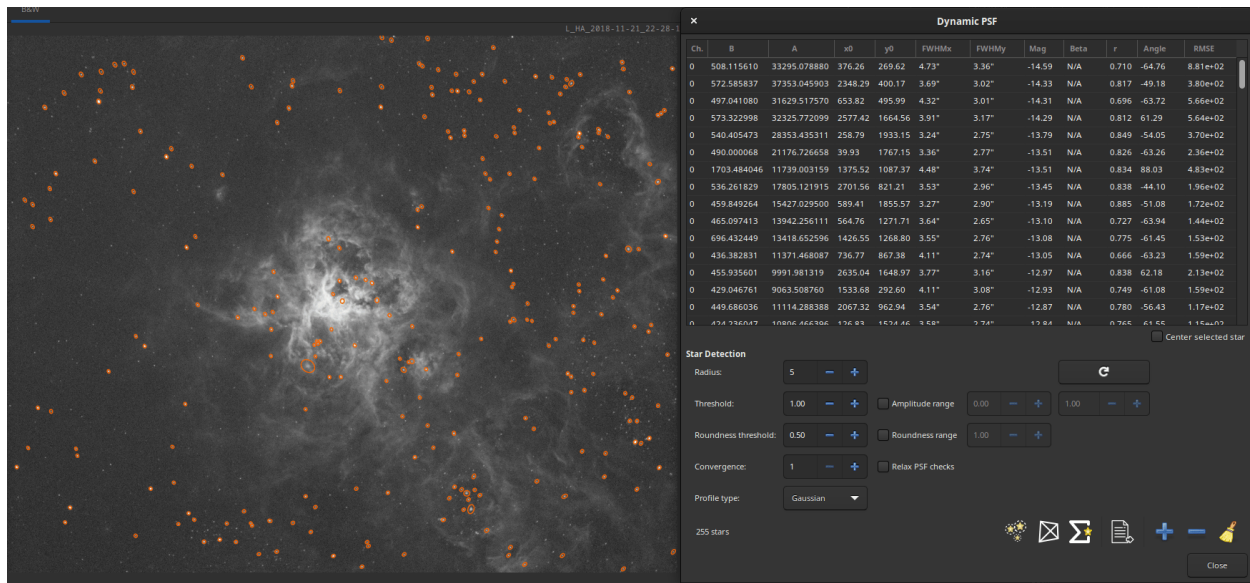


Abb. 1: Dynamische PSF auf einem Deep-Sky-Bild.

Das Verfahren ist wie folgt:

- eine erste Erkennung von potenziellen Sternkandidaten vornehmen
- Anpassung eines PSF-Modells für jeden Kandidaten. Anhand der Parameter der Modellanpassung eine Überprüfung durchführen, um sicherzustellen, dass es sich um einen Stern handelt, und Nicht-Stern-Kandidaten ablehnen.

Am Ende dieses Prozesses erhält man eine Liste von Sternen mit den Positionen im Bild relativ zur linken oberen Ecke und den gemessenen Helligkeit aller Sterne in der Liste.

11.1 Erste Sternkandidaten

Während es beim Betrachten eines Bildes offensichtlich erscheint, wo sich die Sterne befinden, ist es etwas schwieriger, den Prozess in mathematische Operationen und Kriterien zu übertragen. In diesem Abschnitt wird der zugrunde liegende Algorithmus kurz beschrieben. Er ist inspiriert von dem Handbuch der Software "DAOPHOT" [DAOPHOT software manual \[Stetson1987\]](#), wobei Vereinfachungen vorgenommen wurden, um die Leistung zu steigern. Der ursprüngliche Algorithmus zielte darauf ab, alle möglichen Sterne zu erkennen und diente der Erstellung von Sternkatalogen, während Siril Sterne hauptsächlich als Merkmale für die Registrierung erkennen muss. Außerdem muss der Algorithmus auf eine große Vielfalt unterschiedlicher Bilder reagieren können - die meisten von uns haben keine professionelle astronomische Ausrüstung im Hinterhof - und wir mussten einige Entscheidungen hinsichtlich der Einschätzung der Abbildungsbedingungen (Abtastung, Seeing usw.) treffen.

Im Laufe der Jahre hat sich unsere Implementierung zu dem entwickelt, was sie heute ist. Sie zielt darauf ab, keine sehr hellen Sterne zu übersehen, die für die Registrierung wichtig sind, und so viele Ausreißer wie möglich zurückzuweisen, während sie gleichzeitig vertretbar schnell bleibt.

Sie kann in folgende Schritte zerlegt werden:

- die Statistik des Bildes berechnen, um sowohl den Hintergrund als Median des Bildes als auch sein Rauschen zu erfassen. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Bild eine relativ gleichmäßige Helligkeit hat. Folglich wird die Erkennung in den Ecken weniger effizient sein, wenn nach der Kalibrierung eine starke Vignettierung vorliegt.
- es wird auch der Dynamikbereich berechnet, definiert als das Maximum des Bildes abzüglich des Hintergrunds. Dies wird später nützlich sein, um gesättigte Sterne zu erkennen.
- das Bild mit einem Gauß-Kernel glätten. Die ideale Glättung wäre die Verwendung eines Kernels, der die gleiche FWHM wie das Bild hat. Stattdessen haben wir eine mittlere Größe gewählt, die in einem sehr breiten Spektrum von Bedingungen zufriedenstellende Ergebnisse liefert. Dies ermöglicht es, "blind" gegenüber den Bildparametern zu sein.
- auf der geglätteten Version des Bildes lokale Maxima über einem Pegel erkennen, der als Hintergrundpegel plus dem X-fachen des Rauschens definiert ist (X kann mit dem `threshold`-Wert in der GUI variiert werden). Stellen Sie sicher, dass dies ein Maximum über einer bestimmten Boxgröße ist (definiert durch den Parameter `radius`).
- es wird eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt, um sicherzustellen, dass das Maximum und seine Nachbarn deutlich über den umgebenden Pixeln liegen (um z. B. Flecken in den hellen Teilen eines Nebels auszuschließen).
- Überprüfung, ob der Kern um die Maxima gesättigt ist, d.h. durchgängig nahe an der oberen Grenze des dynamischen Bereichs liegt. Wenn ja, wird ein Edge-Walking-Algorithmus ausgeführt, um die Grenze des gesättigten Bereichs zu ermitteln.
- Die erste und zweite Ableitung entlang einer horizontalen und vertikalen Linie, die durch den Mittelpunkt verläuft, werden verwendet, um den lokalen Hintergrund, die Amplitude und die Größe des Sterns in allen Richtungen (oben, unten, links und rechts) zu ermitteln.
- Wenn die Parameter in allen Richtungen symmetrisch genug sind (bis hin zum Parameter `roundness`), wird der Stern als potentiellen Kandidat bestätigt.

Sobald die Liste der potenziellen Kandidaten zusammengestellt ist, werden sie nach abnehmender Amplitude sortiert und dem PSF-Anpassungsalgorithmus zugeführt, der im Abschnitt [Minimalisierung](#) beschrieben ist.

11.2 Modelle

Im dynamische PSF-Fenster werden zwei Modelle verwendet. Im Allgemeinen ist das Moffat-Modell viel besser geeignet, um Objekte wie Sterne anzupassen.

1. Eine elliptische Gaußsche Anpassungsfunktion, definiert als

$$G(x, y) = B + Ae^{-\left(\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2} + \frac{(y-y_0)^2}{2\sigma_y^2}\right)}. \quad (11.1)$$

2. Eine elliptische Moffat-PSF-Anpassungsfunktion, definiert als

$$M(x, y) = B + A \left(1 + \frac{(x-x_0)^2}{\sigma_x^2} + \frac{(y-y_0)^2}{\sigma_y^2}\right)^{-\beta}, \quad (11.2)$$

wobei:

- B ist der durchschnittliche lokale Hintergrund.
- A ist die Amplitude, d.h. der Maximalwert der angepassten PSF.
- x_0, y_0 sind die Koordinaten des Schwerpunkts in Pixel-Einheiten.
- σ_x, σ_y sind die Standardabweichung der Gaußverteilung auf der horizontalen und vertikalen Achse, gemessen in Pixeln.
- β ist der Exponent aus der Moffat-Formel, der die Gesamtform der Anpassungsfunktion steuert. Die Obergrenze dieses Parameters wurde auf 10 festgelegt. Ein höherer Wert ist bedeutungslos und bedeutet, dass die Gaußfunktion gut genug ist, um den Stern abzubilden.

Andere Parameter werden von diesen angepassten Variablen abgeleitet:

- FWHM_x und FWHM_y : Das **Full Width Half Maximum** auf der X- und Y-Achse in Pixel-Einheiten. Diese Parameter werden wie folgt berechnet:
 - $\text{FWHM}_x = 2\sigma_x\sqrt{2\log 2}$.
 - $\text{FWHM}_y = 2\sigma_y\sqrt{2\log 2}$.
 - Es ist möglich, die FWHM-Parameter in der Einheit Bogensekunden zu erhalten. Dazu müssen Sie alle Felder, die Ihrer Kamera und Ihrem Objektiv/Teleskop-Fokus entsprechen, im Parameterfenster des Hamburger-Menüs ausfüllen, dann *Bildinformationen* und *Information...* ausführen. Wenn die Standard-FITS-Schlüsselwörter FOCALLEN, XPIXSZ, YPIXSZ, XBINNING und YBINNING aus dem FITS-Header gelesen werden, berechnet das PSF auch den Bildmaßstab in Bogensekunden pro Pixel.
- r : Der Rundheitsparameter. Er wird ausgedrückt als $\text{FWHM}_x/\text{FWHM}_y$, wobei $\text{FWHM}_x > \text{FWHM}_y$ die Symmetriebedingung ist.
- Ein weiterer Parameter wird ebenfalls sowohl im Gauß- als auch im Moffat-Modell angepasst. Dies ist der Drehwinkel θ , der im Bereich $[-90, +90]$ definiert ist. Die Hinzufügung dieses Parameters impliziert eine Koordinatenänderung, bei der die in (11.1) und (11.2) ausgedrückten Variablen x und y durch x' und y' ersetzt werden:

$$\begin{aligned} x' &= +x \cos \theta + y \sin \theta \\ y' &= -x \sin \theta + y \cos \theta. \end{aligned} \quad (11.3)$$

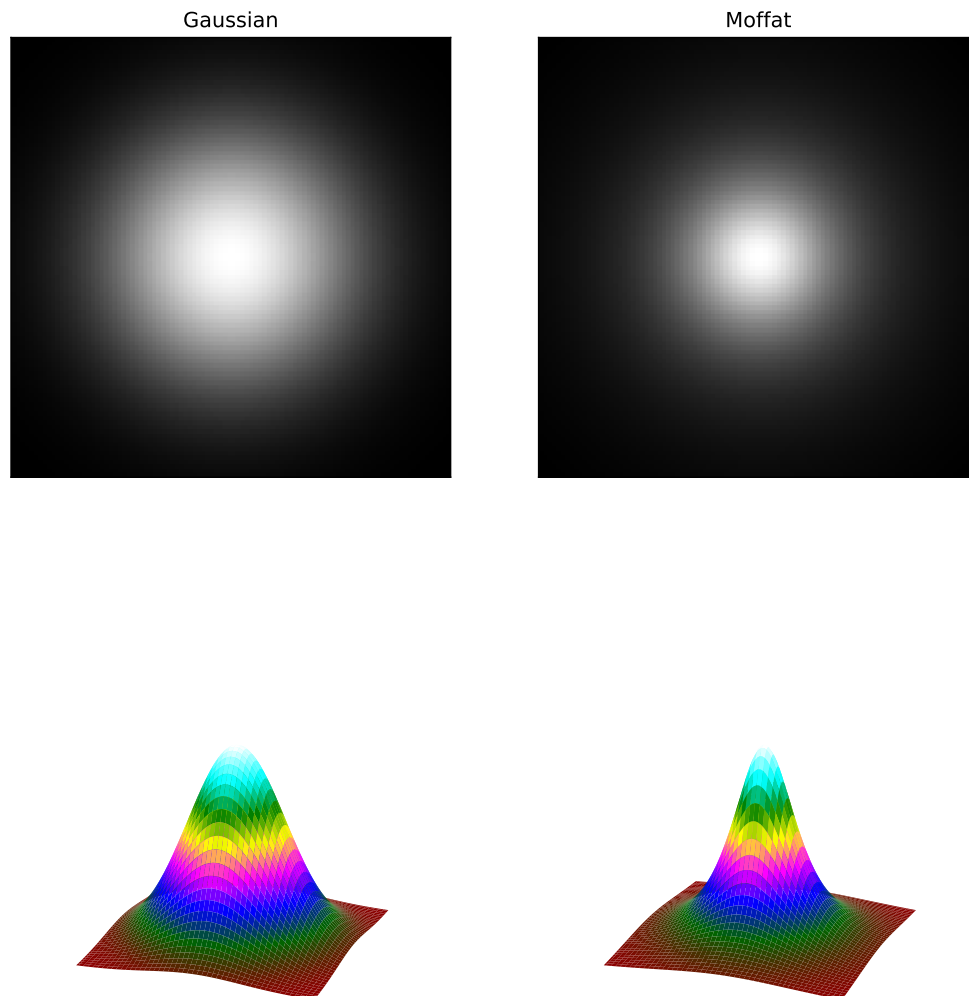


Abb. 2: Darstellung zweier kreisförmiger PSFs nach einem Gauß-Profil und einem Moffat-Profil. Beide Modelle verwenden die gleichen Parameter, wobei das Moffat-Profil $\beta = 1.4$ verwendet.

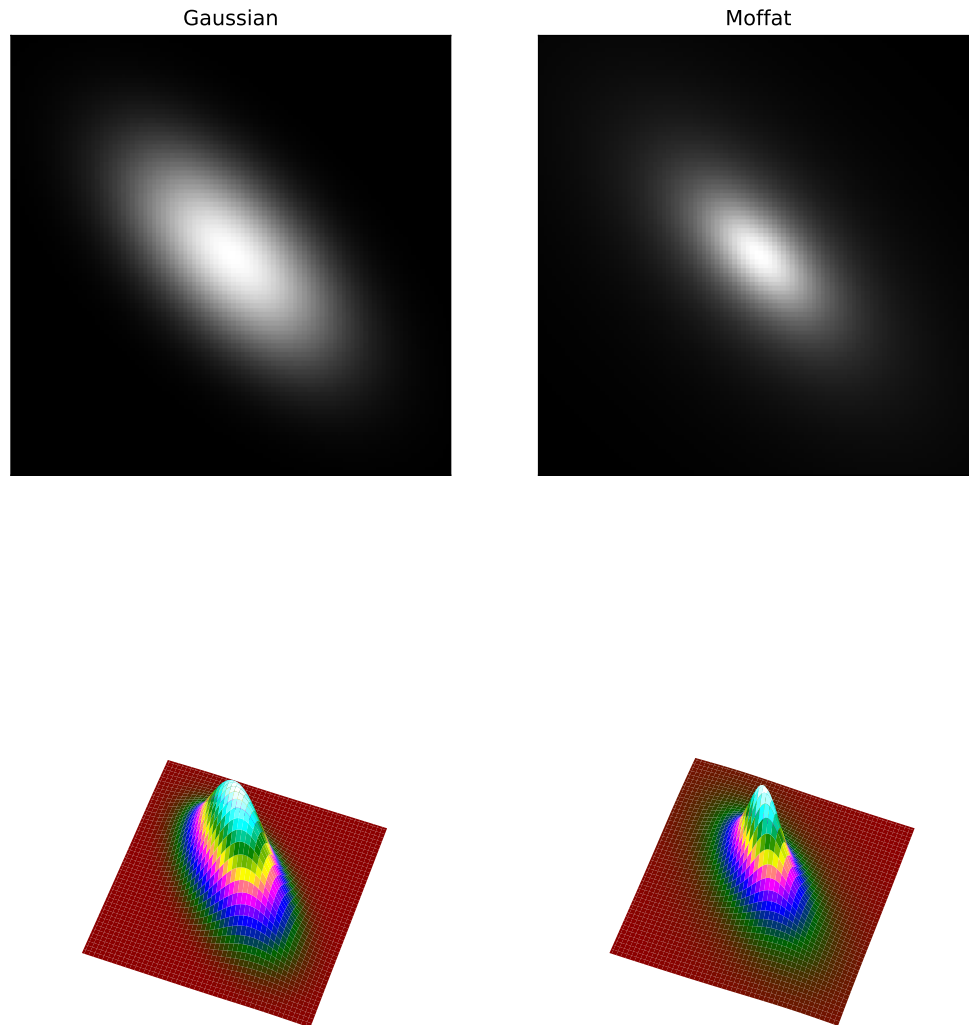


Abb. 3: Die gedrehte Gauß- und die Moffat-Funktion haben $\sigma_x = 2\sigma_y$, $\theta = 45$. Für Moffat gilt: $\beta = 1.4$.

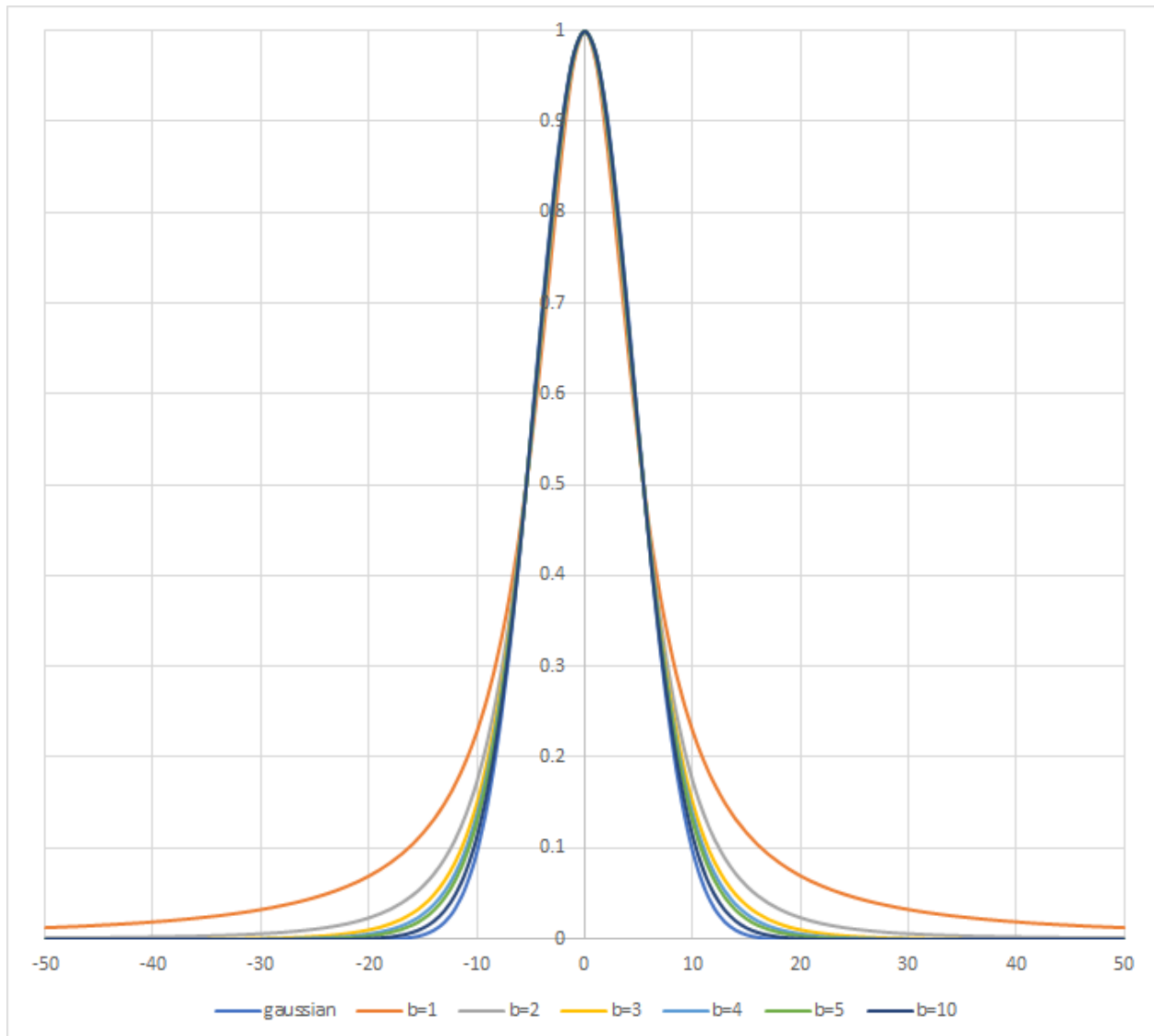


Abb. 4: Sternprofil mit Gauß- und Moffat-Modell. Es werden mehrere β -Werte ausprobiert. $\beta = 10$ ergibt ein Profil, das dem Gaußschen Profil sehr nahe kommt.

11.3 Minimierung

Die Minimierung erfolgt mit einem nicht-linearen **Levenberg-Marquardt-Algorithmus** dank der sehr robusten **GNU Scientific Library**. Dieser Algorithmus wird verwendet, um das Minimum einer Funktion zu finden, die einen Satz von Parametern auf einen Satz von Beobachtungswerten abbildet. Es handelt sich um eine Kombination aus zwei Optimierungstechniken: der Methode des Gradientenabstiegs und der invers-hessischen Methode.


Der Levenberg-Marquardt-Algorithmus passt den Kompromiss aus diesen beiden Methoden in Abhängigkeit von der Krümmung der zu minimierenden Funktion an. Wenn die Krümmung klein ist, verwendet der Algorithmus die Methode des Gradientenabstiegs, und wenn die Krümmung groß ist, verwendet der Algorithmus die inverse hessische Methode.


Seit Version 1.2.0 wird der gesättigte Teil des Sterns aus dem Anpassungsprozess entfernt, wodurch der nicht gesättigte Teil viel genauer erfasst werden kann. Dies ermöglicht die "Rekonstruktion" des Sternprofils bei Verwendung der Menüoption *Sterne entsättigen* oder des Befehls *unclipstars*.

11.4 Nutzung

Dynamische PSF kann auf zwei verschiedene Arten aufgerufen werden, je nachdem, was Sie wollen:

Vielleicht möchten Sie nur einen oder ein paar Sterne einpassen. In diesem Fall können Sie, nachdem Sie eine Auswahl um einen ungesättigten Stern gezogen haben (dies ist wichtig für die Genauigkeit des Ergebnisses), entweder mit der rechten Maustaste klicken und die Option *Stern auswählen* wählen, auf die Schaltfläche + im Dialogfeld "Dynamisches PSF" klicken oder **Strg + Leertaste** eingeben. Daraufhin wird eine Ellipse um den Stern gezeichnet. Um den Dialog zu öffnen, können Sie auch die Tastenkombination **Strg + F6** verwenden.

Sie können so viele Sterne wie möglich analysieren, indem Sie auf das Symbol  klicken oder die Befehlszeile *findstar* verwenden. Alle gefundenen Sterne sind von einer Ellipse umgeben: orange, wenn der Stern in Ordnung ist, magenta, wenn der Stern gesättigt ist. Es ist auch möglich, den Durchschnitt der berechneten Parameter anzuzeigen,

wie unten dargestellt, indem man auf die Schaltfläche  klickt.

Die Erkennung von Sternen hat eine Reihe von Anwendungen:

- Siril verwendet es intern für astrometrische Zwecke bei der Registrierung von Bildsequenzen. Dies geschieht automatisch und erfordert keinen Benutzereingriff.
- Da Sterne im Vergleich zu lichtschwachen Objekten wie Nebeln oder Galaxien sehr hell sind, kommt es häufig vor, dass einige Sterne in einem Bild gesättigt sind, was bedeutet, dass ihr Helligkeitsprofil beschnitten ist. Dies kann bei einigen Bildverarbeitungsfunktionen, insbesondere bei der Dekonvolution, Probleme verursachen und führt zu einem Verlust von Farbinformationen und einer etwas größeren Aufblähung der Sterne bei der Anwendung von Streckungen. Die Analyse aller Sterne zeigt Ihnen, welche Sterne gesättigt sind, und Sie können dann die Menüoption *Sterne entsättigen* oder den Befehl *unclipstars* verwenden, um das Problem durch Synthese des abgeschnittenen Teils des Profils zu beheben.

Siril Kommandozeile

unclipstars

Reprofiliert übersättigte Sterne, um sie zu entsättigen, und skaliert die Ausgabe so, dass alle Pixelwerte $\leq 1,0$ sind

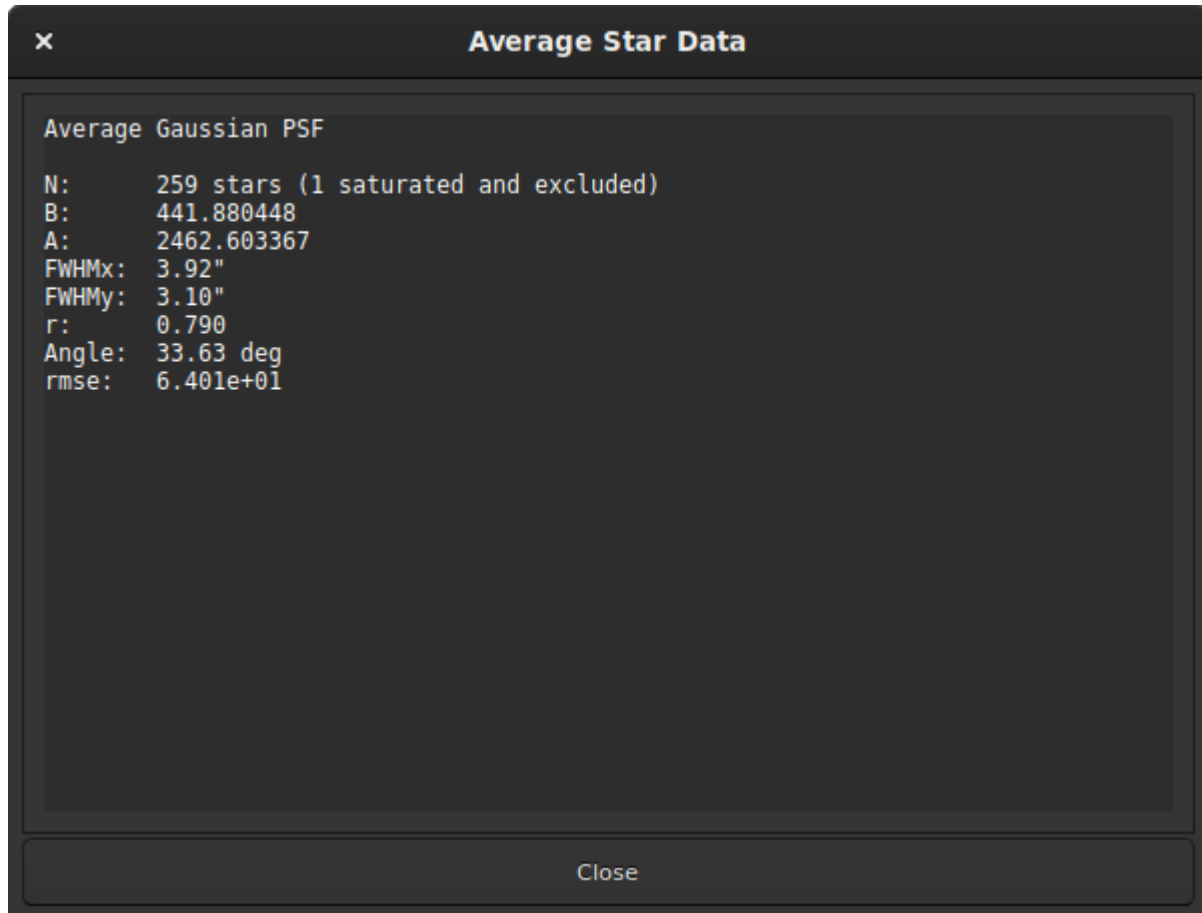


Abb. 5: Durchschnitt der angepassten Sterne im Gaußschen Modell.

- Im Idealfall sollten alle Sterne in einem Bild vollkommen rund sein. Probleme wie Koma, Astigmatismus und schlechte Nachführung sowie Probleme wie ein falscher Backfokus bei Korrektoren können jedoch zu verzogenen, elliptischen Sternen in einem Bild führen. Die Ellipsen, die mit dem Werkzeug Dynamische PSF erzeugt werden, können solche Probleme visuell gut veranschaulichen.
- Die Untersuchung der durchschnittlichen Sternparameter, insbesondere FWHM und der Beta-Parameter der Moffat-Anpassungsfunktion, kann Informationen über die Qualität des Seeings in einem Bild liefern.
- Die Erkennung aller Sterne ist der erste Schritt zur Verwendung des Werkzeugs *Sternbearbeitung* → *Stern-Neuzusammensetzung*. Dieses Werkzeug erstellt korrigierte Helligkeitsprofile für alle erkannten Sterne und kann zur Erstellung einer synthetischen Sternmaske verwendet werden, die dann mit einem von Starnet++ erzeugten sternlosen Bild gemischt werden kann, um andernfalls astrometrisch nicht lösbare Sterne in einem Bild zu korrigieren. In diesem Fall kann die Erkennung von Sternen unter Verwendung des Moffat-Profiles ein realistischeres Ergebnis liefern und auch das Herausfiltern von Galaxien, die fälschlicherweise als Sterne erkannt wurden, erleichtern, indem die Einstellung Minimum beta verwendet wird.
- Die Schaltfläche **Ausgewählten Stern zentrieren** kann verwendet werden, um einen bestimmten Stern in der Liste schnell und einfach im Bild zu finden, indem er im Ansichtsfenster zentriert wird. Dies ist nützlich, wenn Sie alle Sterne erkannt haben und bestimmte Lösungen überprüfen möchten, um sicherzustellen, dass es sich wirklich um einen Stern und nicht um eine Galaxie oder einen kosmischen Strahl handelt.
- In ähnlicher Weise wird durch Klicken auf eine orange- oder magentafarbene Sternenellipse im Hauptfenster die ausgewählte Sternlösung im Dialogfeld Dynamische PSF hervorgehoben. Dies kann nützlich sein, wenn Sie die Parameter eines einzelnen Sterns sehen möchten.
- Die Dekonvolution-Funktionen von Siril unterstützen die Verwendung von dynamischen PSF-Messungen, um eine Dekonvolution-Funktion zu synthetisieren, die den direkt aus dem Bild gemessenen Sternparametern entspricht.

11.5 Konfiguration

Der dynamische PSF kann mit den Einstellungen im Dialogfeld Dynamischer PSF konfiguriert werden:

- Mit **Radius** wird die halbe Größe des Suchfelds festgelegt. Wenn Sie Probleme haben, bestimmte Sterne zu erkennen, können Sie versuchen, dies zu ändern, aber normalerweise ist die Standardeinstellung in Ordnung.
- **Schwellwert** ändert den Schwellenwert über dem Rauschen für die Sternerkennung. Wenn Sie diesen Wert erhöhen, werden weniger schwache Sterne erkannt. Bei sehr verrauschten Bildern sollten Sie dies dennoch tun. Wenn Sie diesen Wert verringern, werden zwar mehr schwache Sterne erkannt, aber der Algorithmus erkennt auch eher zufällige Helligkeitsspitzen im Rauschen als Sterne.
- Der Schwellenwert für die **Rundheit** legt die zulässige Elliptizität fest, ab der Sterne als solche erkannt werden. Stark elliptische Sterne können aufgrund von unvollkommener Nachführung oder Abbildungsfehlern auftreten, aber manchmal werden auch Doppelsterne, die zu nahe beieinander liegen, als ein einziger sehr länglicher Stern erkannt. Um all diese Probleme hervorzuheben, ist es möglich, eine höhere Grenze für die Rundheit festzulegen. Ein Maximalwert von 1 ist gleichbedeutend mit der Deaktivierung des Bereichs, so dass nur der Minimalwert übrig bleibt. Dieser Rundheitsbereich sollte für die Registrierung oder Astrometrie deaktiviert werden.
- **Umrechnung** legt ein Konvergenz-Kriterium fest, das vom Solver verwendet wird. Wird dieser Wert erhöht, kann der Solver mehr Interaktionen durchführen, um zu konvergieren, und möglicherweise zusätzliche Sterne entdecken, aber die Laufzeit des Solvers kann sich erhöhen.
- Der Profiltyp wählt zwischen **Gauß'schen** oder **Moffat'schen** Profilen für die Sterne aus.

- **Minimum beta** legt einen zulässigen Mindestwert für beta fest, damit eine Entdeckung als Stern akzeptiert wird. Galaxien können manchmal als Moffat-Profilsterne entdeckt werden, aber sie haben diffuse Profile und der Wert von Beta ist normalerweise sehr niedrig, weniger als etwa 1,5.
- **Relax PSF checks** ermöglicht eine Lockerung mehrerer Qualitätsprüfungen für Sternkandidaten. Dies wird wahrscheinlich zu einer signifikanten Zunahme von falsch-positiven Sternentdeckungen führen, oft mit wilden Parametern.
- Ein Bereich von **minimaler** und **maximaler Amplitude** kann eingestellt werden, um die Amplitude (Parameter mit der Bezeichnung A in den Berichten) der erkannten Sterne zu begrenzen. Dies ist nützlich, wenn nur nicht gesättigte Sterne ausgewählt werden sollen, z. B. für die PSF-Anpassung bei der Dekonvolution. Beachten Sie, dass das Entfernen der gesättigten Sterne aus der Erkennung die Registrierung und Astrometrie stören kann.

Tipp: Die in diesem Fenster definierten Einstellungen können an dem aktuell geladenen Bild getestet werden. Sie müssen jedoch bedenken, dass sie auch für alle Bilder der Sequenz verwendet werden, insbesondere für die Registrierungsmethode globale Sternausrichtung.

Der Befehl *findstar* befolgt die gleichen Einstellungen, die im Dialog Dynamischer PSF eingegeben wurden, kann aber auch mit dem Befehl *setfindstar* konfiguriert werden.

Siril Kommandozeile

```
findstar [-out=] [-layer=] [-maxstars=]
```

Erkennt Sterne im aktuell geladenen Bild, die einen höheren Pegel als den von Siril berechneten Schwellenwert haben. Abschließend wird eine PSF angewendet, und Siril weist alle erkannten Strukturen zurück, die eine Reihe von vorgegebenen Erkennungskriterien nicht erfüllen, die mit dem Befehl SETFINDSTAR eingestellt werden können. Schließlich wird eine Ellipse um die erkannten Sterne gezogen.

Der optionale Parameter **-out=** ermöglicht es, die Ergebnisse unter dem angegebenen Pfad zu speichern.

Die Option **-layer=** gibt die Ebene an, auf der die Erkennung durchgeführt wird (nur für Farbbilder).

Sie können auch die maximale Anzahl der erkannten Sterne begrenzen, indem Sie der Option **-maxstars=** einen Wert übergeben.

Siehe auch den Befehl CLEARSTAR

Verweise: *psf*, *setfindstar*, *clearstar*

Siril Kommandozeile

```
setfindstar [reset] [-radius=] [-sigma=] [-roundness=] [-focal=] [-pixelsize=] [-  
↪convergence=] [ [-gaussian] | [-moffat] ] [-minbeta=] [-relax=on|off] [-minA=] [-  
↪maxA=] [-maxR=]
```

Definiert die Parameter für die Sternerkennung für die Befehle FINDSTAR und REGISTER.

Wird kein Parameter übergeben, werden die aktuellen Werte aufgelistet.

Die Übergabe von **reset** setzt alle Werte auf die Standardwerte zurück. Sie können dann immer noch Werte nach diesem Schlüsselwort übergeben.

Konfigurierbare Werte:

-radius= definiert den Radius des anfänglichen Suchfeldes und muss zwischen 3 und 50 liegen.

-sigma= definiert die Schwelle über dem Rauschen und muss größer oder gleich 0,05 sein.

-roundness= definiert die minimale Rundheit der Sterne und muss zwischen 0 und 0,95 liegen. **-maxR** erlaubt es, eine Obergrenze für die Rundheit festzulegen, um nur die Bereiche zu visualisieren, in denen die Sterne deutlich elongiert sind. Nicht ändern für die Registrierung.

-minA und **-maxA** definieren Grenzwerte für die minimale und maximale Amplitude der Sterne, die zwischen 0 und 1 normiert sind.

-focal= definiert die Brennweite des Teleskops.

-pixelsize= definiert die Pixelgröße des Sensors.

-gaussian und **-moffat** konfigurieren das zu verwendende Solver-Modell (Gaussian ist der Standard).

Wenn Moffat gewählt wird, definiert **-minbeta=** den Mindestwert von beta, für den Kandidatensterne akzeptiert werden, und muss größer oder gleich 0,0 und kleiner als 10,0 sein.

-convergence= definiert die Anzahl der Iterationen, die zur Anpassung der PSF durchgeführt werden, und sollte zwischen 1 und 3 (toleranter) eingestellt werden.

-relax= entspannt die Prüfungen, die bei Sternkandidaten durchgeführt werden, um festzustellen, ob sie Sterne sind oder nicht, damit Objekte, die nicht wie Sterne geformt sind, trotzdem akzeptiert werden (standardmäßig ausgeschaltet)

Verweis: *findstar*, *register*, *psf*

11.6 Quellenverzeichnis

Astrometrie ist die Wissenschaft, die sich mit der Position und der Bewegung von Himmelskörpern beschäftigt. Astrometrie ist in der modernen Astronomie unverzichtbar, wo Aufnahme-Software wie N.I.N.A., Ekos, APT oder Andere die Bilder vermessen um die Lage eines Bildes im Bezug zum Himmel genau zu bestimmen (Plate Solve). Die Astrometrie kann auch in der Verarbeitungsphase verwendet werden, z.B. bei der photometrischen Farbkalibrierung.

12.1 Platesolving/astrometrische Lösung

Die astrometrische Lösung ist ein wichtiger Schritt in der astronomischen Bildverarbeitung. Sie ermöglicht es, das Bild mit den Himmelskoordinaten zu verknüpfen und so den Bildausschnitt am Himmel zu platzieren. Viele der Siril-Tools, wie z. B. das Tool zur photometrischen Farbkalibrierung, benötigen die Koordinaten des Bildes mit ausreichender Genauigkeit, um zu funktionieren.

Die Astrometrie in Siril kann mit zwei verschiedenen Werkzeugen durchgeführt werden :

- Das dedizierte Werkzeug, welches nur das tut und über das Menü *Hamburger-Menü* → *Bildinformation* → *Astrometrische Lösung (Plate Solving)* zugänglich ist. Es ist auch möglich, die Tastenkombination **Strg + Umschalttaste + A** zu verwenden.
- Verwendung des Werkzeugs *Photometrische Farbkalibrierung*, das auf demselben Werkzeug basiert, aber um die Analyse der Sternfarben und den Vergleich mit den Sternfarben in Katalogen erweitert wurde, um die Farbe des Bildes anzupassen, verfügbar im Menü **:menüauswahl: Bildverarbeitung --> Farbkalibrierung --> Photometrische Farbkalibrierung** oder mit der Tastenkombination **Strg + Umschalt + P**.
- Durch Benutzung des Befehls `platesolve`, eingeführt in Siril 1.2.

Seit Version 1.2 kann die astrometrische Lösung mit zwei verschiedenen Algorithmen durchgeführt werden. Der erste war bis zu dieser Version der einzige in Siril, er basiert auf dem Sternabgleichsalgorithmus der globalen Registrierung und versucht, Bilder auf ein virtuelles Bild eines Katalogs mit demselben Gesichtsfeld zu registrieren. Das zweite ist neu, es benutzt ein externes Programm namens `solve-field` aus der Astrometry.net Suite, das lokal installiert wird. Für Windows-Plattformen ist der einfachste Weg, es zu bekommen, `ansvr` zu benutzen.

Für astrometrische Lösungen müssen einige Parameter ermittelt werden, z. B. die Abtastrate. Das Fenster des Tools hilft bei der Erfassung dieser Parameter. Wir werden nun sehen, wie man sie korrekt ausfüllt.

Image Plate Solver

Image Parameters

Search: Sh2-129 Find Server: SIMBAD

Right Ascension: 21 11 48.0000

Declination: 59 56 60.0000 S

Resolver	Name
Simbad	SH 2-129

Get Metadata From Image

Focal length (mm): 374.0 Resolution: 2.074

Pixel size (μm): 3.76

☐ Use local astrometry.net solver

☐ Downsample image ☒ Flip image if needed

☒ Auto-crop (for wide field)

Catalogue Parameters

Online Star Catalogue: NOMAD ☒ Auto

Catalogue Limit Mag: 12 ☒ Auto

Star Detection


Close OK

Abb. 1: Dialog Astrometrische Lösung

Photometric Color Calibration

✕

▼ **Image Parameters**

Sh2-129  Find Server: SIMBAD ▼

Right Ascension: 21 − + 11 − + 48.7200

Declination: 59 − + 58 − + 27.8400 ☐ S

Resolver	Name
Simbad	SH 2-129

Get Metadata From Image

Focal length (mm): 370.1 Resolution: 2.096

Pixel size (μm): 3.76

☐ Force plate solving

☐ Downsample image ☒ Flip image if needed

☒ Auto-crop (for wide field)

▼ **Catalogue Parameters**

Photometric Star Catalogue: NOMAD ▼ (local catalogue)

Catalogue Limit Mag: 12 − + ☒ Auto

► **Star Detection**

► **Background Reference**

Close OK

Abb. 2: Werkzeug zur photometrischen Farbkalibrierung

12.1.1 Bildparameter

Zielkoordinaten

Die Suche nach einer astrometrischen Lösung ist einfacher und schneller, wenn wir ungefähr wissen, wo wir suchen. Sirils Plate-Solver muss, da er einen Katalog mit dem Bild vergleicht, die ungefähre Position des Bildmittelpunkts kennen, um den richtigen Katalogauszug zu erhalten. Astrometry.net hat alle Kataloge, die es braucht lokal gespeichert, so dass sie alle durchsucht werden können, um eine Lösung zu finden, aber es ist natürlich viel schneller, anzugeben anfangen werden soll.

Die Aufnahmesoftware steuert heutzutage oft auch das Teleskop und sollte die ungefähren Koordinaten kennen, an denen das Bild aufgenommen wurde. In diesem Fall werden diese Koordinaten bei Verwendung des FITS-Formats in den Metadaten des Bildes, dem FITS-Header, angegeben. Das ist nicht immer der Fall, und schon gar nicht, wenn RAW-DSLR-Bilder anstelle von FITS erstellt werden.

Beim Öffnen der Fenster "Astrometrische Lösung" oder "Photometrische Farbkalibrierung" werden die Metadaten des aktuellen Bildes geladen und im Fenster angezeigt. Wenn oben keine Koordinaten erscheinen oder RA und Dec gleich Null sind, ist eine Benutzereingabe erforderlich. Wenn Sie überhaupt nicht wissen, um welches Bild es sich handelt, verwenden Sie eine Blindlösung mit astrometry.net. Andernfalls geben Sie äquatoriale J2000-Koordinaten an, die so nahe wie möglich am Zentrum des Bildes liegen, indem Sie entweder die Felder ausfüllen, wenn Sie die Koordinaten bereits kennen, oder indem Sie eine Abfrage mit einem Objektnamen machen (noch nicht über den Befehl möglich).

The text field at the top left of the window is the search field, pressing **Enter** or clicking the *Find* button will make a Web request to convert the object name to coordinates. Several results may be found with the entered name, they will be displayed in the list below. Selecting one updates the coordinates at the top.

Es ist auch möglich, den Server auszuwählen, auf dem die Abfrage ausgeführt werden soll. Dies ändert die Ergebnisse nicht wesentlich, aber manchmal kann einer der Server offline sein, so dass andere als Backup fungieren. Auswahl zwischen CDS, Vizier und SIMBAD (Standard).

Bemerkung: If the object is not found, please change the name you enter: you need to use the name written in the astronomical catalogue. For example, for the Bubble Nebula, please enter NGC 7635 and not Bubble Nebula.

Die Koordinatenfelder werden automatisch ausgefüllt, aber Sie können auch Ihre eigenen Koordinaten eingeben. Vergessen Sie nicht, das Feld "S" anzukreuzen, wenn sich das gesuchte Objekt auf der Südhalbkugel des Himmels befindet (negative Deklinationen).

Abtastrate

Die Abtastrate ist der wichtigste Parameter für die Ermittlung der astrometrischen Lösung. Sie wird in Bogensekunden pro Pixel angegeben und gibt an, wie stark das Bild auf den Himmel gezoomt ist, d. h. wie breit das zu suchende Feld ist.

Sie wird von zwei Parametern abgeleitet: Brennweite und Pixelgröße. Sie sind häufig auch in den Metadaten des Bildes verfügbar. Wenn sie nicht aus der Bilddatei verfügbar sind, werden die in den Einstellungen gespeicherten Werte verwendet. Die Werte der Bilder und der Einstellungen können über den Dialog *Information* eingestellt werden. Überprüfen Sie in jedem Fall den angezeigten Wert vor der astrometrischen Lösung und korrigieren Sie ihn gegebenenfalls. Wenn eine astrometrische Lösung gefunden wird, werden die Standardwerte für Brennweite und Pixelgröße überschrieben. Dieses Verhalten kann in den Einstellungen deaktiviert werden.

Warnung: Wenn Binning verwendet wurde, sollte es im FITS-Header angegeben sein, aber dies kann auf zwei Arten geschehen: Die Pixelgröße kann gleich bleiben und der Binning-Multiplikator sollte zur Berechnung des

Samplings verwendet werden, oder die Pixelgröße wird bereits von der Erfassungssoftware multipliziert. Je nach Fall kann eine der beiden Formen in den Voreinstellungen oder im Fenster *Informationen* gewählt werden.

Die Pixelgröße ist in den technischen Daten der astronomischen Kameras angegeben und kann im Allgemeinen im Internet für DSLR- oder andere Kameras gefunden werden. Es gibt nur eine begrenzte Anzahl verwendeter Bildsensoren und die Daten der meisten Sensoren sind bekannt.

Die Brennweite hängt vom Hauptinstrument, aber auch vom Backfocus und den verwendeten Korrektur- oder Zoom-objektiven ab. Geben Sie einen Wert an, der Ihrer Meinung nach der effektiven Brennweite am nächsten kommt. Wenn eine astrometrische Lösung gefunden wird, wird die berechnete Brennweite in den Ergebnissen gespeichert, und Sie können diese in Ihrer Aufnahmesoftware und für künftige Verwendungen des Tools wiederverwenden.

Wenn eines der Felder aktualisiert wird, wird die Abtastrate neu berechnet und im Fenster angezeigt (hier "Auflösung" genannt). Achten Sie darauf, dass der Wert so nah wie möglich an der Realität ist.

Andere Parameter

Schließlich gibt es noch drei Schaltflächen am unteren Rand des Dialogs, die Sie umschalten können:

1. **Bilder herunterrechnen:** Diese Option führt ein Downsampling des Eingabebildes durch, bevor versucht wird, es zu lösen. Dies ist in einigen Fällen für gedrizzelte Bilder nützlich und beschleunigt den Prozess. Die Größe des Ausgangsbildes bleibt dabei unverändert.
2. Wenn das Bild von der astrometrischen Lösung als auf dem Kopf stehend erkannt wird und die Option *Bild bei Bedarf spiegeln* aktiviert ist, wird es am Ende gespiegelt. Dies kann je nach Aufnahmesoftware nützlich sein, wenn das Bild nicht die richtige Ausrichtung hat, wenn es in Siril angezeigt wird (siehe mehr [Erläuterungen](#)).
3. **Automatischer Crop (für Weitfeld):** Wenn diese Option aktiviert ist, wird nur in der Mitte des Bildes eine astrometrische Lösung durchgeführt. Dies macht man nur bei Bildern mit einem großem Bildfeld (größer als 5 Grad), bei denen Verzerrungen außerhalb des Zentrums groß genug sind, um das Werkzeug zu behindern. Wird bei Verwendung des astrometry.net-Solvers ignoriert.

12.1.2 Katalogparameter

Standardmäßig ist dieser Bereich inaktiv, da alles auf automatisch eingestellt ist. Wenn Sie das Kästchen "Automatisch" deaktivieren, können Sie den Online-Katalog auswählen, der für die astrometrische Lösung verwendet wird, was von der Auflösung des Bildes abhängen kann. Die Auswahl erfolgt zwischen:

- **TYCHO2**, ein Katalog mit Positionen, Eigenbewegungen und zweifarbigem photometrischen Daten für 2.539.913 der hellsten Sterne in der Milchstraße.
- **NOMAD**, eine einfache Zusammenführung von Daten aus den Katalogen Hipparcos, Tycho-2, UCAC2, Yellow-Blue 6 und USNO-B für Astrometrie und optische Photometrie, ergänzt durch 2MASS Nahinfrarot. Der fast 100 GB große Datensatz enthält astrometrische und photometrische Daten für etwa 1,1 Milliarden Sterne.
- **Gaia DR3**, veröffentlicht am 13. Juni 2022. Die astrometrische Lösung mit fünf Parametern, Positionen am Himmel (,), Parallaxen und Eigenbewegungen, wird für etwa 1,46 Milliarden Quellen mit einer Grenzgröße von $G = 21$.
- **PPMXL**, ein Katalog mit Positionen, Eigenbewegungen, 2MASS- und optischer Photometrie von 900 Millionen Sternen und Galaxien.
- **Bright Stars**, ein Sternkatalog, der alle Sterne mit einer Sterngröße von 6,5 oder heller auflistet, d. h. ungefähr alle von der Erde aus mit bloßem Auge sichtbaren Sterne. Der Katalog enthält 9.110 Objekte.

Bemerkung: Für die Nutzung dieser Online-Kataloge ist eine Internetverbindung erforderlich.

Die Option `Katalog Mag-Limit` ist eine Option, mit der Sie die Helligkeit der im Katalog gefundenen Sterne begrenzen können. Der automatische Wert wird anhand der Bildauflösung berechnet.

Lokale Kataloge verwenden

Mit der Version 1.1, die im Juni 2022 erschien, war es möglich, einen lokal installierten Sternkatalog zu verwenden, um den Funktion ohne Internetverbindung und mit größerer Ausfallsicherheit zu gewährleisten. Der Sternkatalog, den wir für unsere Bedürfnisse am besten geeignet fanden, ist der von [KStars](#). Er besteht in der Tat aus vier Katalogen ([dokumentiert hier in KStars](#)), von denen zwei nicht direkt in den KStars-Installationsdateien enthalten sind:

- **namedstars.dat**, die hellsten Sterne, die alle einen Namen haben
- **unnamedstars.dat**, ebenfalls helle Sterne, aber bis zur Größenklasse 8
- **deepstars.dat**, schwächere Sterne aus dem Tycho-2-Katalog der 2,5 Millionen hellsten Sterne, bis zur Helligkeit 12,5
- **USNO-NOMAD-1e8.dat**, ein Auszug aus dem riesigen NOMAD-Katalog, der sich auf photometrische B-V-Informationen und die Eigenbewegung von Sternen in kompakter Form bis zur Helligkeit 18 beschränkt.

Beim Vergleich dieser Kataloge mit dem Online-Katalog NOMAD kann man leicht feststellen, dass viele Sterne fehlen. Wenn nicht genügend Sterne für Ihr enges Sichtfeld gefunden werden, sollten Sie trotzdem die Remoteabfrage verwenden. Wenn die Kataloge installiert sind, kann man mit dem Befehl `nomad` überprüfen, welche Sterne des Bildes für die PCC verwendet werden, nämlich diejenigen, die mit photometrischen Informationen in den Katalogen verfügbar sind.

Download

Die ersten beiden Dateien sind im [KStars-Quelltext](#) verfügbar, der Tycho-2-Katalog aus einem [Debian-Paket](#) und der NOMAD-Katalog ebenfalls aus KStars-Dateien, wie in diesem kleinen [Artikel zur KStars-Installation](#) dokumentiert. Es gibt mehrere weltweite [Spiegel](#) wie in den Artikeln angegeben.

Um es den Siril-Benutzern und möglicherweise auch den KStars-Benutzern leichter zu machen, stellen wir die vier Dateien an einem einzigen Ort und in einem stärker komprimierten Format zur Verfügung. Mit dem LZMA-Algorithmus (verwendet von xz oder 7zip) beträgt die Dateigröße 1,0 GB anstelle der 1,4 GB der ursprünglichen gzip-Datei.

Um es schneller von überall her verfügbar zu machen, wird es mit bittorrent verteilt, indem diese [torrent-Datei](#) oder über den folgenden [magnet link](#).

Langsamere direkte Download-Links finden Sie hier <https://free-astro.org/download/kstars-siril-catalogues/> (klicken Sie mit der rechten Maustaste auf jeden Dateinamen auf der linken Seite und speichern Sie die Links).

Installation in Siril

Die Dateien können an beliebiger Stelle abgelegt und ihre Pfade in den Einstellungen von Siril angegeben werden, aber es gibt einen Standardspeicherort für die vier Dateien: `~/local/share/kstars/` unter Linux. Sie können dort verlinkt werden, um unnötige Kopien zu vermeiden. Die Einstellungen können nun von der Kommandozeile aus geändert werden, indem man den Befehl `:ref: set <set>` verwendet.

Wenn verfügbar und lesbar, verwendet Siril den Webdienst nicht, um astrometrische oder photometrische Daten abzurufen. Überprüfen Sie anhand der Meldungen auf der Registerkarte Protokoll oder auf der Konsole, ob die Katalogdateien wie erwartet verwendet werden.

Nur **SIMBAD** wird verwendet, um Objektnamen in Koordinaten umzuwandeln, falls dies erforderlich ist. Dies sollte jedoch nur dann notwendig sein, wenn die Aufnahmesoftware die Zielkoordinaten nicht in den FITS-Header aufgenommen hat oder wenn das SER-Dateiformat verwendet wird, das diese Informationen nicht speichern kann.

Benutzung

Mit der neuen Verbindung zwischen Sirils Plate-Solver und dem lokalen Katalog und der neuen Verbindung zwischen Sirils PCC (photometrische Farbkalibrierung) und dem lokalen Katalog wurde ein neuer Befehl `nomad` erstellt, der anzeigt, welche Sterne in einem astrometrisch gelösten Bild photometrische Informationen (den B-V-Index) enthalten und zur Kalibrierung verwendet werden können.

Dies ist eine gute Möglichkeit, zusätzlich zur Objektbeschriftung (siehe [Beschriftungen](#)) zu überprüfen, ob die astrometrische Lösung und das Bild übereinstimmen.

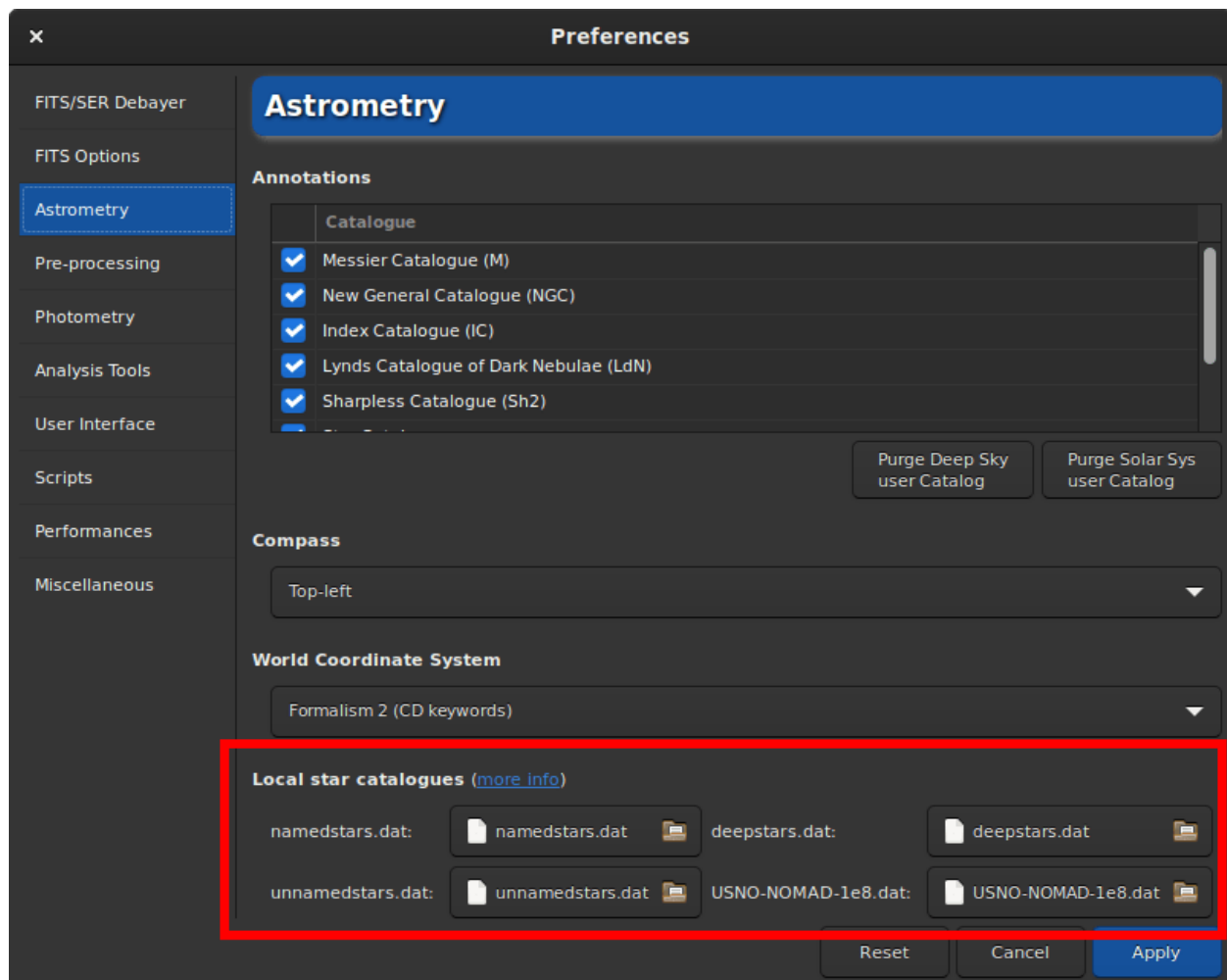


Abb. 3: Einstellungen bei lokalen Katalogen

Technische Informationen

Für die Photometrie verwendet Siril nur den **B-V-Index**, der Informationen über die Sternfarbe liefert. Die drei Bildkanäle werden dann skaliert, um die beste Farbdarstellung für alle Sterne im Bild zu erhalten.

Für weitere Informationen über den KStar-Binärdateityp siehe [diese Seite](#) und diese Diskussion über [kstars-devel](#) und einige Entwicklungshinweise in Siril [hier](#) und [hier](#).

Sha1-Summen für die 4 Katalogdateien:

4642698f4b7b5ea3bd3e9edc7c4df2e6ce9c9f7d	namedstars.dat
53a336a41f0f3949120e9662a465b60160c9d0f7	unnamedstars.dat
d32b78fd1a3f977fa853d829fc44ee0014c2ab53	deepstars.dat
12e663e04cae9e43fc4de62d6eb2c69905ea513f	USNO-NOMAD-1e8.dat

[Lizenzen](#) für die 4 Katalogdateien.

12.1.3 Verwendung des lokalen astronomy.net-Solvers

Seit Version 1.2 kann der Solver `solve-field` aus der `astrometry.net` Suite von Siril verwendet werden, um Bilder oder Bildsequenzen astrometrisch zu lösen.

Für Windows-Plattformen ist der einfachste Weg, es zu bekommen, `ansvr` zu verwenden. Wenn Sie das Standard-Installationsverzeichnis, d.h. `%LOCALAPPDATA%\cygwin\ansvr`, nicht verändert haben, wird Siril ohne zusätzliche Einstellungen danach suchen. Wenn Sie `cygwin` haben und `astrometry.net` aus den Quellen gebaut haben, müssen Sie den Ort des `cygwin root`-Verzeichnisses in den [Eisntellungen](#) angeben.

Für MacOS folgen Sie bitte dieser Anleitung <http://www2.lowell.edu/users/massey/Macsoftware.html#Astrom>`. Installieren Sie es mit `homebrew` und fügen Sie es dem `PATH` hinzu. Vergewissern Sie sich auch, dass das Programm für die Testbilder funktioniert, wie in der Anleitung angegeben, sowie außerhalb von Siril.

Bei Nicht-Windows-Betriebssystemen wird erwartet, dass die ausführbare Datei im `PATH` zu finden ist.

The use of this tool makes it possible to *blindly* solve images, without a priori knowledge of the area of the sky they contain. It's also a good alternative to Siril's plate solver in case it fails, because it's a dedicated and proven tool that also can take field distorsion into account.

Die Standardeinstellungen sollten in Ordnung sein, können aber mit dem Befehl `set` (Die Standardwerte stehen in Klammern) oder in der Registerkarte [Astrometrie](#) in den Voreinstellungen geändert werden, wenn Sie das wirklich wollen. Wie groß der Bereich der erlaubten Abtastraten ist (15%), wie groß der Radius der Suche von den Anfangskoordinaten ist (10 Grad), die Polynomordnung für die Feldverzerrung (0, deaktiviert), das Entfernen oder Nicht-Entfernen der temporären Dateien (ja), die Verwendung des Ergebnisses als neue Standardbrennweite und Pixelgrößen (ja).

Indexdateien

`Astrometry.net` benötigt Indexdateien, um zu funktionieren. Wir empfehlen Ihnen dringend, die neuesten Indexdateien zu verwenden, die auf der Website <http://data.astrometry.net/> verfügbar sind, d.h. die Serien 4100 und 5200. Das Bildfeld jeder Serie ist auf ihrer [github page](#) beschrieben. (die offizielle Dokumentation enthält diese Tabelle noch nicht).

Auf Unix-basierten Systemen können Sie einfach den Anweisungen in der Dokumentation folgen.

Unter Windows, wenn Sie `ansvr` verwenden, werden diese neuen Indexdateien vom Index-Downloader nicht zur Verfügung gestellt. Sie können sie dennoch separat herunterladen und dort speichern, wo die anderen Indexdateien aufbewahrt werden (ich würde empfehlen, die alten Dateien zu entfernen, auch wenn dies den Index-Downloader durcheinander bringen kann).

Wie es funktioniert

Just like the internal solver, Siril will proceed with extracting the stars from your images (so as to benefit from internal parallelism) and submit this list of stars to `astrometry.net solve-field`. If you then want `astrometry.net` to crawl the index in parallel, you will need to specify it through the `astrometry.cfg` file.

12.1.4 Sternerkennung

Standardmäßig verwendet die Sternsuche den Algorithmus *findstar* mit den aktuellen Einstellungen. Er funktioniert sehr gut, um viele Sterne zu finden, aber in manchen Fällen möchten wir die Sterne manuell erkennen oder einfach sehen, welche verwendet werden. Ein erster Schritt wäre, das Fenster *PSF* zu öffnen und die Sternsuche zu starten, dann die Einstellungen anzupassen (siehe die zugehörige Dokumentation *Dokumentation*).

Eine andere Möglichkeit wäre, die Sterne einzeln auszuwählen, indem man sie mit einem Auswahlrechteck umgibt und dann mit der rechten Maustaste auf *Stern auswählen* klickt. Je mehr Sterne ausgewählt werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Algorithmus erfolgreich ist.

Erweitern Sie dann im Astrometrie-Fenster den Abschnitt "Sternerkennung" und aktivieren Sie die Option *Manuelle Erkennung*. Anstatt *findstar* auszuführen, wird nun die aktuelle Liste der Sterne verwendet.

12.1.5 Verstehen der Ergebnisse

Wenn eine astrometrische Lösung gefunden wird, können wir auf der Registerkarte Konsole diese Art von Meldungen sehen:

```
232 pair matches.
Inliers:          0.996
Resolution:       0.196 arcsec/px
Rotation:         -115.21 deg (flipped)
Focal length:     3959.95 mm
Pixel size:       3.76 µm
Field of view:    31' 15.46" x 20' 51.09"
Saved focal length 3959.95 and pixel size 3.76 as default values
Image center: alpha: 21h32m41s, delta: +57°36'22"
Flipping image and updating astrometry data.
```

Die astrometrische Lösung gibt uns die J2000-Äquatorialkoordinaten des Bildzentrums, die projizierte horizontale und vertikale Abmessung des Bildes am Himmel, die Brennweite, die dieses Feld für die gegebene Pixelgröße und folglich die tatsächliche Abtastrate ergeben könnte, den Winkel, den das Bild mit der Nordachse bildet, und einige Informationen darüber, wie viele Sterne verwendet werden könnten, um die Lösung zu erreichen.

Wenn die astrometrische Lösung fehlschlägt, überprüfen Sie, ob die Startkoordinaten und die Pixelgröße korrekt sind, und versuchen Sie, die Eingabebrennweite um den Faktor 2 zu ändern; dadurch ändert sich die Anzahl der aus den Katalogen heruntergeladenen Sterne, und vielleicht werden mehr Sterne identifiziert. Wenn Siril's Plate-Solver keine Lösung findet, ist es immer noch möglich, ein externes Tool dafür zu verwenden, die Lösung wird so oder so in den FITS-Header geschrieben.

12.2 Beschriftungen/Objektnamen

Beschriftungen/Objektnamen sind Glyphen, die über den Bildern angezeigt werden, um das Vorhandensein bekannter Himmelsobjekte wie Galaxien, helle Sterne usw. darzustellen. Sie stammen aus Katalogen, können aber nur auf Bildern angezeigt werden, von denen wir wissen, welchen Teil des Himmels sie repräsentieren, also auf Bildern, für die eine **astrometrische Lösung** ermittelt wurde (Plate Solved) und die Weltkoordinatensystem-Informationen (WCS) in ihrem Header enthalten, also nur FITS- oder Astro-TIFF-Dateien.

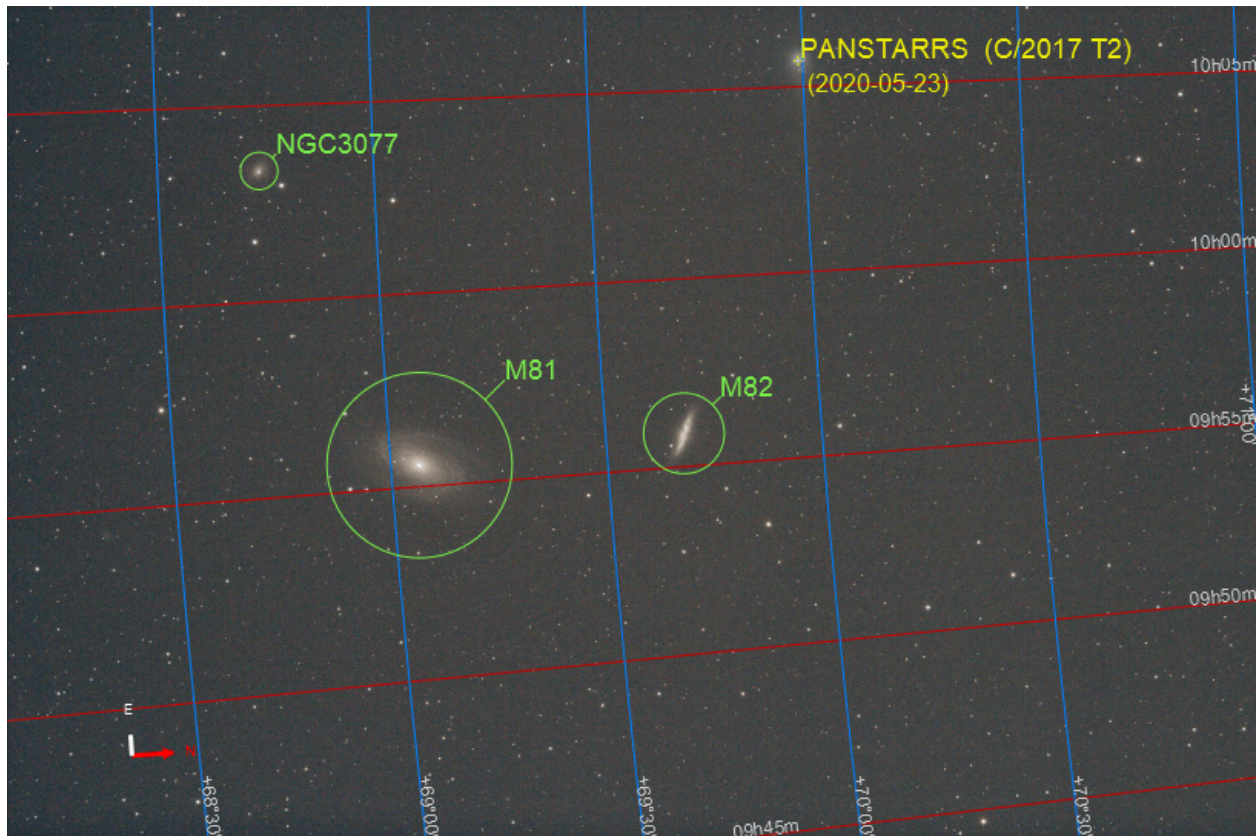


Abb. 4: Ansicht eines vollständig beschrifteten Bildes

Die astrometrische Lösung (Plate Solving) kann in Siril über den Eintrag *Bildinformation* → *Astrometrische Lösung* (*Plate Solving*)... oder mit externen Tools wie astrometry.net oder [ASTAP](https://astap.github.io/) erfolgen.

Wenn ein astrometrisch gelöstes Bild in Siril geladen wird, sehen sie die Himmelskoordinaten für das Pixel unter dem Mauszeiger in der rechten unteren Ecke, und die Schaltflächen für die Anzeige von Beschriftungen sind verfügbar. Die erste Schaltfläche schaltet die Objektbeschriftungen um, die zweite das Himmels-Koordinatensystem und den Kompass.

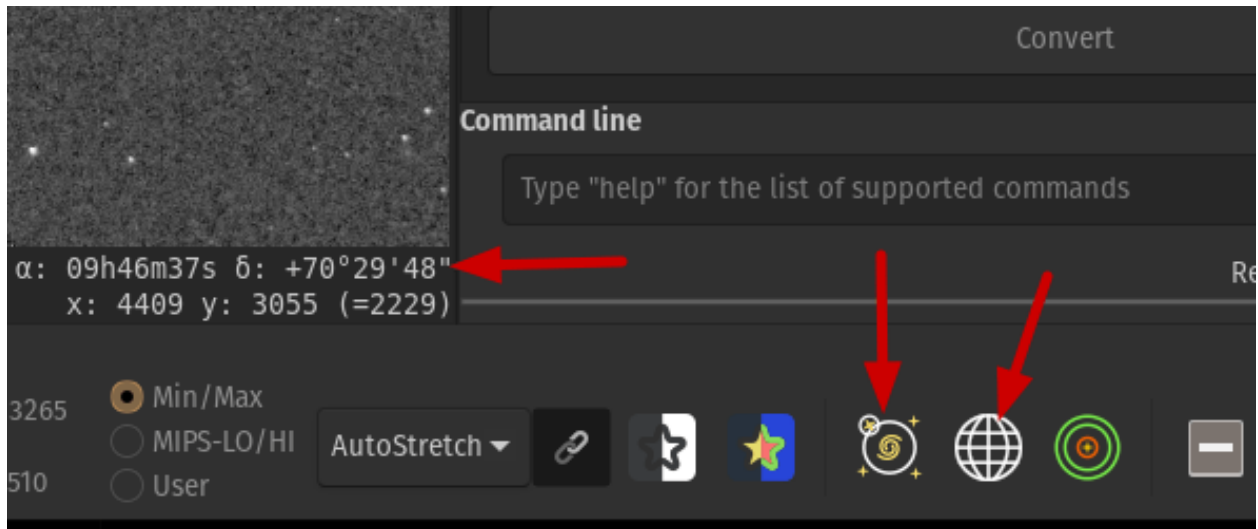


Abb. 5: Schaltflächen für Beschriftungen

12.2.1 Katalogtypen

Siril wird mit einer vordefinierten Liste von Katalogen für die Beschriftungen geliefert:

- Messier Katalog (M)
- New General Katalog (NGC)
- Index Katalog (IC)
- Lynds Katalo of Dark Nebulae (LdN) - Lynds Katalog der Dunkelnebel
- Sharpless Katalog (Sh2)
- Sternkatalog (3661 der hellsten Sterne)

Zusätzlich können 2 *benutzerdefinierte Kataloge* verwendet werden:

- User DeepSky Objects Catalogue
- Benutzerkatalog "Objekte des Sonnensystems"

12.2.2 Katalogverwaltung

Beide Kataloge können in den Einstellungen *Einstellungen* → *Astrometrie* *Einstellungen Astrometrie* ein- und ausgeschaltet werden.

Eine Bildlaufleiste auf der rechten Seite erlaubt es einfach durch die Katalogliste zu scrollen.

Die beiden *benutzerdefinierten Kataloge* können auch über die entsprechenden Schaltflächen bereinigt (d. h. gelöscht) werden.

The *user catalogues* (DSO, SSO or extra catalogues) are stored in the user settings directory and can be easily modified.

Der Speicherort hängt vom Betriebssystem ab:

- für *Unix-basierte* Betriebssysteme werden sie in `~/ .config/siril/catalogue` sein
- unter *Windows* befinden sie sich in `%LOCALAPPDATA%\siril\catalogue`.

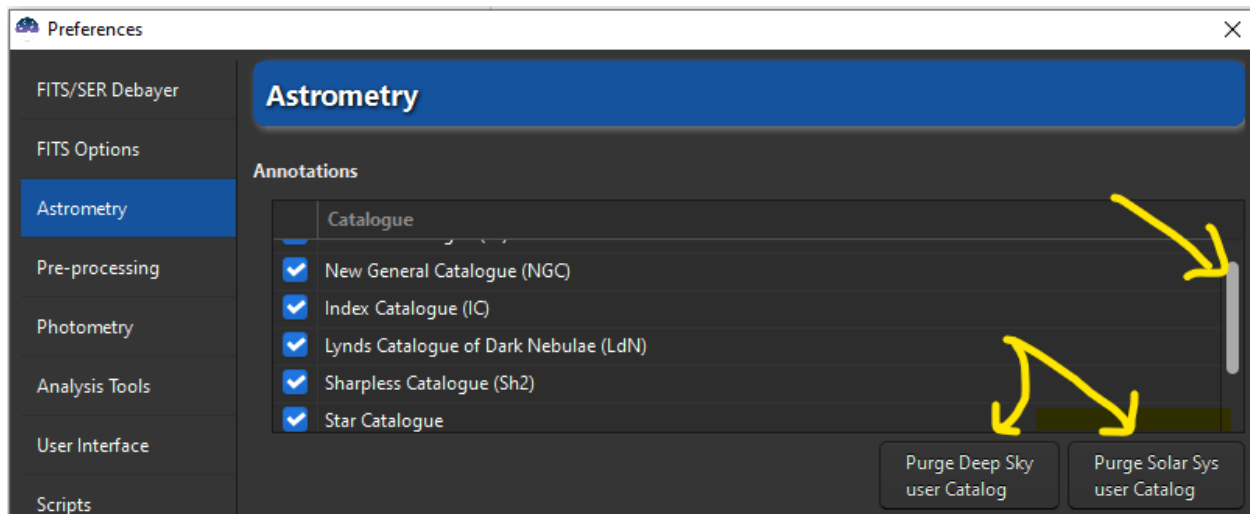


Abb. 6: Verwaltung der Kataloge in Einstellungen/Astrometrie

Auch die Position des Kompasses auf dem Bild kann in den Einstellungen angepasst werden.

These annotation catalogues are for display purposes only. They are not used in astrometry or photometry tools, contrary to the star catalogues like NOMAD, which can now be *installed locally* too.

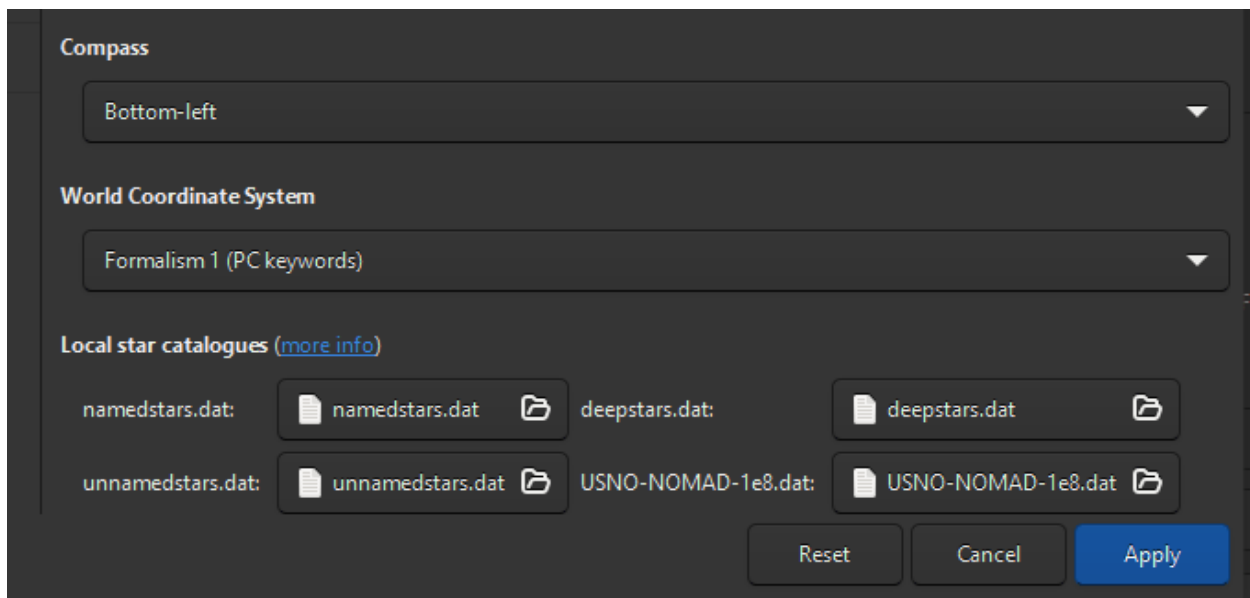


Abb. 7: Local Catalogue (NOMAD) setup

12.2.3 Suche nach einem neuen Objekt

Wenn der Name eines Objekts im Bild bekannt ist (falls nicht, siehe den *Inverse Search* Abschnitt), kann er zu den Beschriftungen hinzugefügt werden:

- Wenn das Bild geladen und die astrometrisch gelöst ist, geben Sie Strg + Umschalt + / oder Suchen im Pop-up-Menü ein (Rechtsklick).

A small search dialog will appear. In it, object names can be entered, then pressing *Enter* will send an online request to SIMBAD (for a star of Deep Sky Object) to get the coordinates of an object with such a name. If found, and not already in any catalogue, the object will be added to the *Deep Sky user Catalogue*.

Die Objekte dieses Katalogs werden in *ORANGE* angezeigt, während die Objekte aus den vordefinierten Katalogen in *GRÜN* dargestellt werden.



Abb. 8: Deep-Sky-Objekte aus benutzerdefinierten und vordefinierten Katalogen

From Siril version 1.2, we can now search for solar system objects too, using the *Miriade ephemcc* service. This is done by prefixing the name of the object to be searched by some keyword representing the type of object: *a:* for asteroids, *c:* for comets, *p:* for planets. Since they are moving objects, they can be added several times, and the request is done for the date of observation of the currently loaded image. The date is associated to the name in the *user Solar System Catalogue*. The items of this catalogue are displayed in *YELLOW*.

Beispiele für gültige Eingaben (Groß- und Kleinschreibung wird nicht berücksichtigt):

- HD 86574 oder HD86574 sind beide für diesen Stern gültig
- c:67p oder c:C/2017 T2 sind gültige Formen für Kometen
- a:1 und a:ceres sind beide gültig für (1) Ceres

- a:2000 BY4" ist gültig für *103516 2000 BY4*
- p:4 oder p:mars für Mars

12.2.4 Ausfüllen eines Sonnensystem-Benutzerkatalogs: Welches SSO befindet sich in diesem Feld?

To answer the question *Is there any solar system object in my image?*, a special function does a request to an online server of the IMCCE too ([SkyBoT](#)) and displays the results in the console and in the image.

- wenn das Bild geladen und die astrometrisch gelöst ist, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf Solar System Objects, oder verwenden Sie in der Befehlszeile die Funktion `solsys`.

Es zeigt in *ROT* alle Objekte des Sonnensystems im Sichtfeld an (natürlich nur, wenn sie bekannt sind und gefunden wurden). Die Helligkeit und die äquatorialen Koordinaten der Objekte für das Bilddatum werden in der Konsole ausgegeben.

Diese roten Beschriftungen werden gelöscht, sobald der Schalter Objektnamen anzeigen umgeschaltet wird.

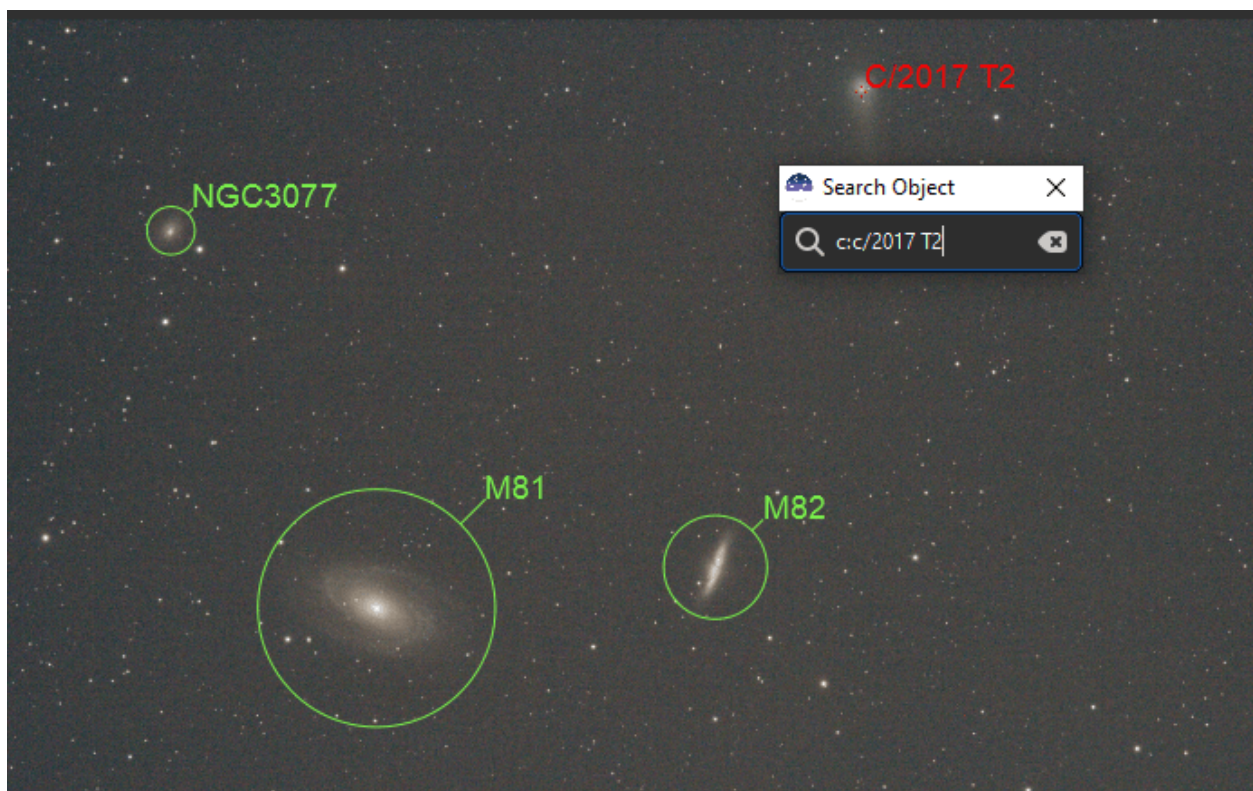


Abb. 9: Ergebnis eines Prozesses zur Sonnensystem-Suche

Es kann jedoch sein, dass Sie ein bestimmtes Objekt im Katalog der Benutzer-Sonnensystem-Objekte speichern möchten. Dies ist möglich, indem Sie den Befehl `Suchen` für ein Sonnensystemobjekt verwenden, wie zuvor beschrieben.

Auf diese Weise wird das gespeicherte Element in *GELB* angezeigt und wird in jedem Bild angezeigt, das dieses Sichtfeld hat, wenn die Beschriftungen aktiviert sind.

Bemerkung: Bei neu entdeckten oder sich schnell bewegendenden Objekten stimmt die Position nicht mit dem Bild überein. Dies ist z. B. bei Kometen der Fall, deren Position um eine Bogenminute abweichen kann. Dies liegt daran, dass

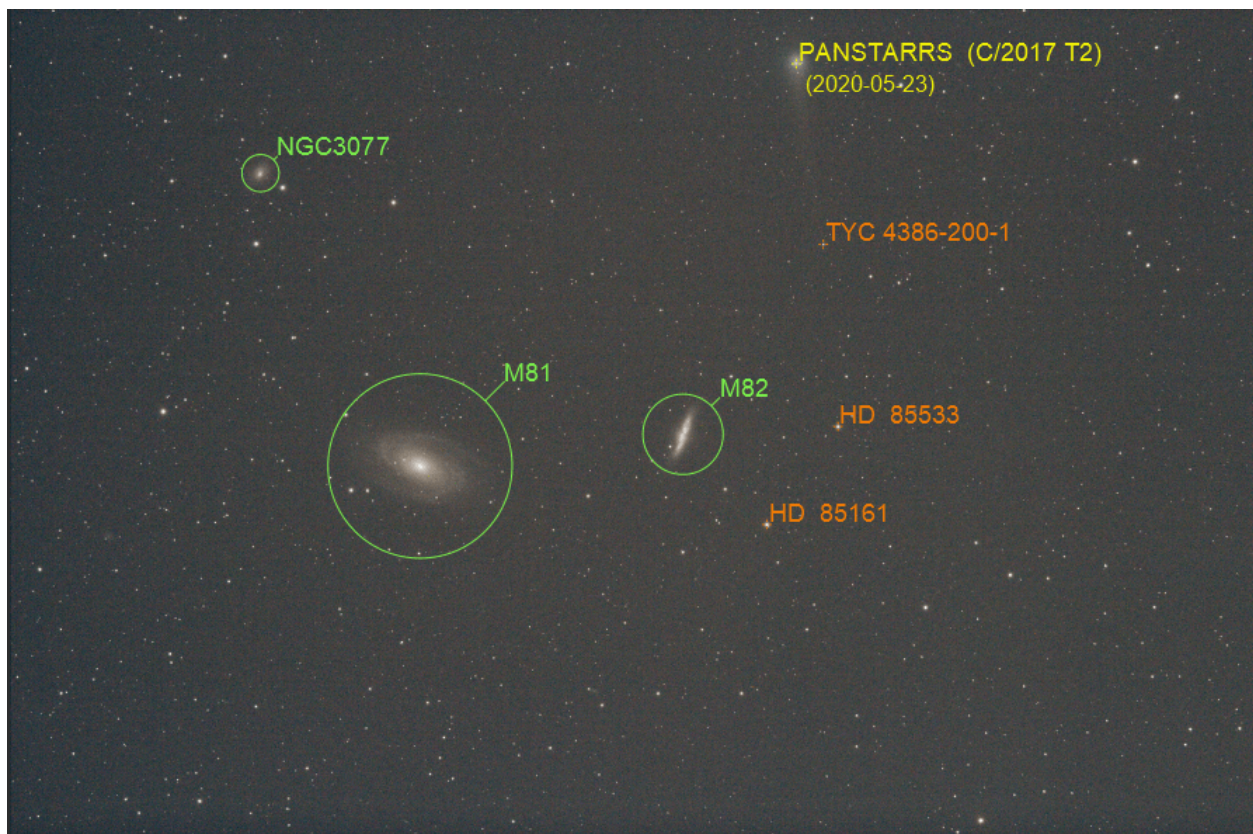


Abb. 10: Ansicht mit vordefinierten/DSO/SSO

die Bahnparameter des Objekts nicht sehr genau bekannt sind oder dass sie in letzter Zeit im System nicht aktualisiert worden sind. Wenn Sie nach einer alternativen Berechnung der Koordinaten der bekannten Objekte des Feldes suchen, können Sie das [JPL Small Body identification tool](#) manuell abfragen.

12.2.5 Die umgekehrte Suche: Was ist dieses Objekt?

Besonders nützlich für photometrische Arbeiten ist die Möglichkeit, einen Stern oder andere Objekte im Bild zu identifizieren, indem man eine Auswahl um sie herum zieht, mit der rechten Maustaste klickt, um das Kontextmenü aufzurufen, und den Eintrag *PSF* auswählt. Dadurch wird das PSF-Fenster geöffnet, und wenn es sich um einen Stern handelt, werden die Gauß'schen Angleichungs-Parameter angezeigt, aber es wird auch ein Weblink unten links im Fenster angezeigt: Wenn Sie ihn öffnen, gelangen Sie auf die [SIMBAD-Seite](#) mit den Koordinaten des Objekts und in vielen Fällen erhalten Sie den Namen des Objekts. SIMBAD enthält nicht alle bekannten Objekte, aber die Koordinaten der Seite können als Ausgangspunkt für die Suche nach dem Objekt in anderen Online-Katalogen verwendet werden, zum Beispiel [Gaia DR3](#) ([VizieR](#)).

12.2.6 Zusätzliche Kataloge

Manchmal erstellen Benutzer ihre eigenen Kataloge, wir können versuchen, sie hier zu verlinken, um Allen zu helfen. Es handelt sich um *Benutzerkataloge*. Um sie zu installieren, müssen Sie entweder Ihren aktuellen Benutzerkatalog ersetzen oder ihre Zeilen manuell in eine neue Datei einfügen.

Liste der bekannten Benutzerkataloge:

- Variable Sterne, entnommen aus [GCVS 5.1](#), besprochen [hier auf Französisch](#), ([Dateilink](#)).

In diesem Abschnitt werden Sie mit allen Hilfsmitteln im Zusammenhang mit der Photometrie vertraut gemacht. Zunächst werden die Grundsätze der Photometrie erläutert, dann wird erklärt, wie sie in Siril verwendet werden.

Siril ist in der Lage, die Helligkeit von Sternen sowie die Ungenauigkeit der Helligkeit zu bestimmen. Von dieser Information aus ist es möglich, Helligkeitsveränderungen bestimmter Sterne, Exoplaneten oder Bedeckungen zu untersuchen. Am Ende des Prozesses wird auch eine Lichtkurve erstellt.

Warnung: Für eine uneingeschränkte Nutzung der Photometrie in Siril empfehlen wir die Installation der Software `gnuplot`. Ohne diese Software kann Siril keine Lichtkurve zeichnen.

13.1 Grundlagen

Die Photometrie ist die Wissenschaft von der Messung des Lichts. Sie zielt darauf ab, den Fluss oder die Intensität des von astronomischen Objekten ausgestrahlten Lichts zu messen. In Siril kann die Photometrie verwendet werden, um die Lichtkurve veränderlicher Sterne, Transits von Exoplaneten oder Sternbedeckungen zu analysieren oder um Farben in RGB-Bildern zu kalibrieren.

Die verwendete Methode ist die Aperturphotometrie. Ihr Grundprinzip besteht darin, den beobachteten Lichtstrom in einem bestimmten Radius um das Zentrum eines Objekts zu summieren und dann den Gesamtbeitrag des Himmels-hintergrunds in derselben Region abzuziehen (berechnet im Ring zwischen dem inneren und dem äußeren Radius, unter Ausschluss der abweichenden Pixel), so dass nur der Lichtstrom des Objekts übrig bleibt, um eine instrumentelle Helligkeit zu berechnen. Dies ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Die Werte dieser Einstellungen können in der Sektion *Photometrie* der Voreinstellungen geändert werden. *aperture* muss alle Pixel des zu messenden Objekts enthalten, *annulus* sollte dagegen keine seiner Pixel enthalten. Standardmäßig wird *aperture* für ein Ziel mit der doppelten FWHM der PSF eingestellt, aber die Größe des Annulus ist fest. Diese Werte sollten für ein bestimmtes Sampling angepasst und sorgfältig überprüft werden.

Bemerkung: Der folgende Text ist eine gekürzte und modifizierte Kopie der ausgezeichneten MuniPack-Softwaredokumentation von David Motl, die unter der GNU Free Documentation License veröffentlicht wurde und

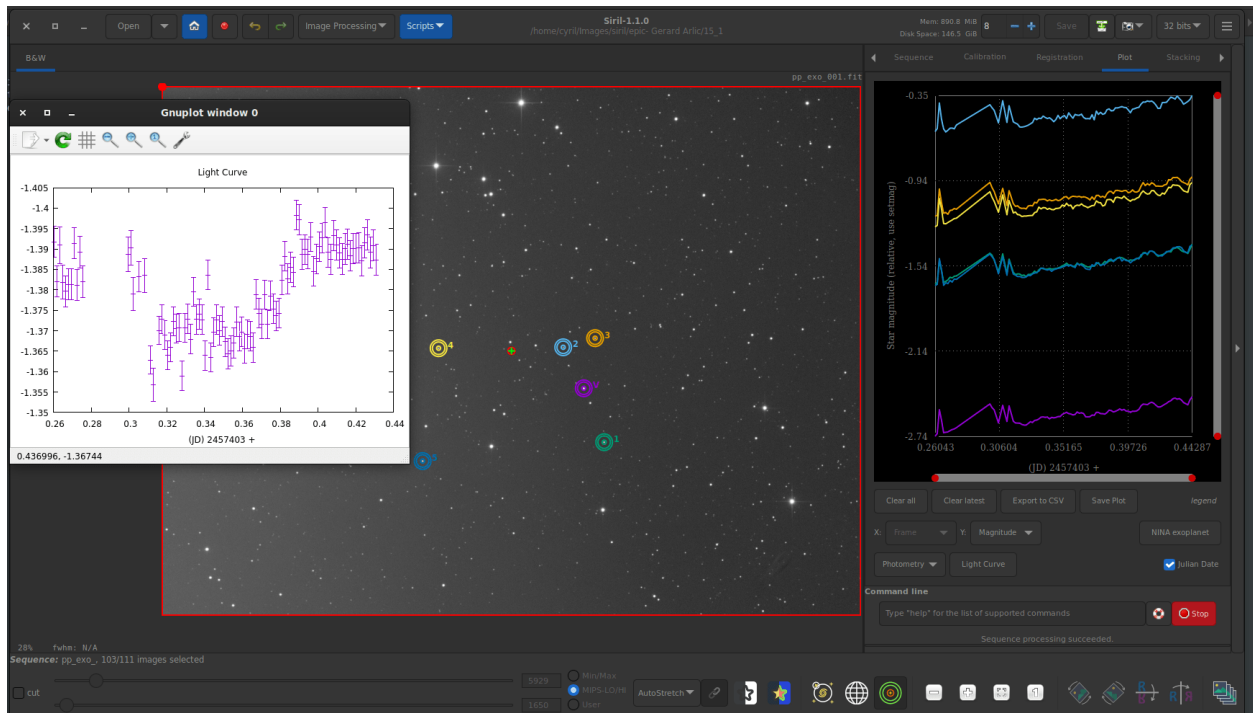


Abb. 1: Beispiel einer Exoplaneten-Photometrie in Siril.

deren Quellen [hier](#) verfügbar sind.

Messung der Helligkeit eines Objekts

Die Summe S der Pixel in einem kleinen Bereich A um ein Objekt ist die Summe der Nettointensität I des Objekts plus der Hintergrundintensität $B \cdot A$:

$$S = I + B \cdot A \quad (13.1)$$

Die Werte von S und B werden aus dem Quellbild abgeleitet, die Fläche A wird als Fläche eines Kreises mit dem Radius r bestimmt, wobei r die Größe der Blende in Pixeln ist. Es ist dann einfach, die Nettointensität I eines Objekts in ADU zu berechnen:

$$I = S - B \cdot A \quad (13.2)$$

Unter der Annahme, dass die Nettointensität I proportional zum beobachteten Fluss F ist, können wir die scheinbare Helligkeit m des Objekts mit Hilfe des Pogsonschen Gesetzes ableiten:

$$m = -2.5 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (13.3)$$

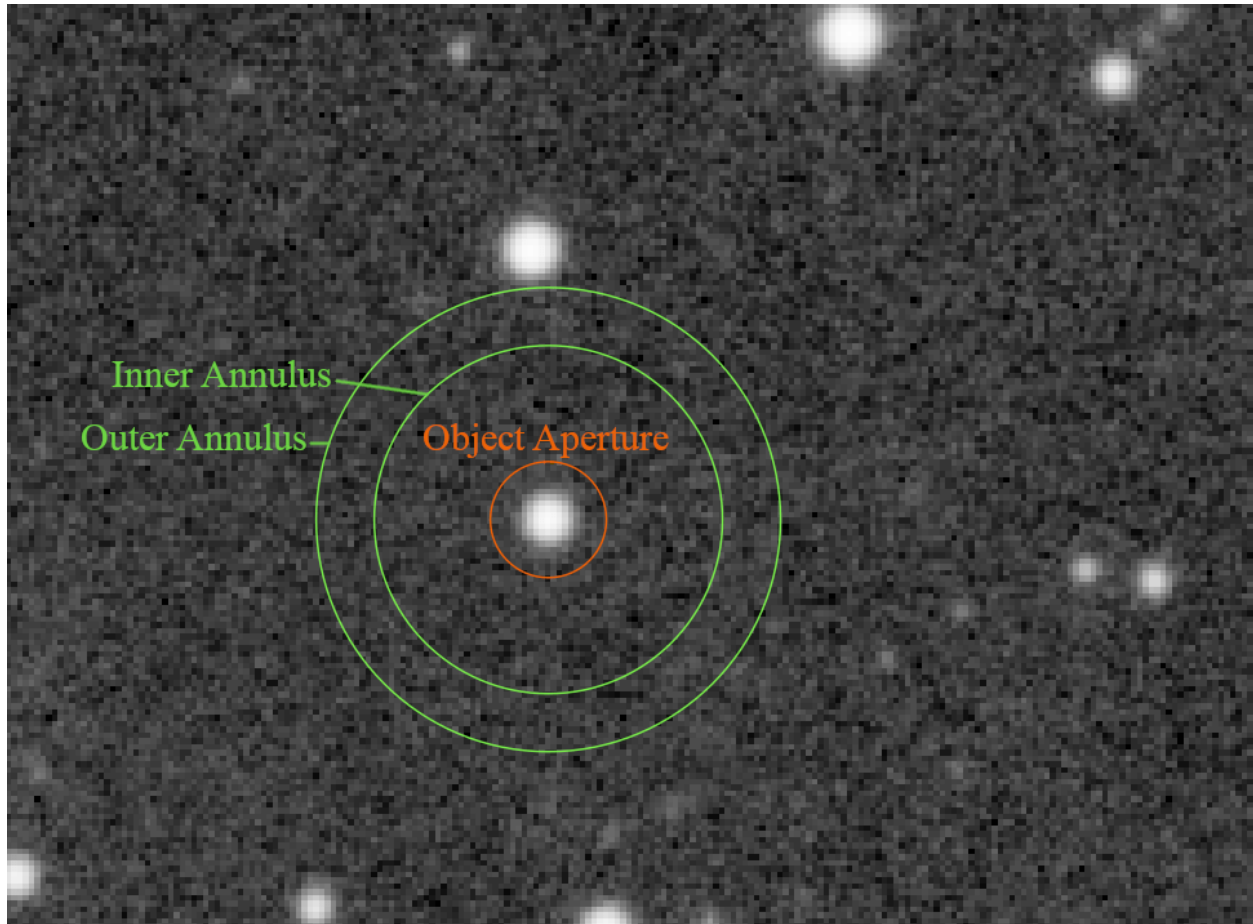


Abb. 2: Kreise der Aperturphotometrie

Abschätzung des Messfehlers

Nachdem wir die instrumentelle Rohhelligkeit eines Objekts ermittelt haben, werden wir versuchen, seinen Standardfehler zu schätzen. Zunächst werden wir uns an einige allgemeine Regeln erinnern, die für den Standardfehler und seine Ausbreitung gelten. Dies ist eine allgemeine Regel für die Fehlerfortpflanzung durch eine Funktion f mit unsicherem Wert X :

$$\text{Var}(f(X)) = \left(\frac{df}{dx} \right)^2 \text{Var}(X) \quad (13.4)$$

Aus dieser allgemeinen Regel leiten wir zwei Gesetze der Fehlerfortpflanzung ab. Im ersten Fall wird der unsichere Wert X mit einer Konstanten a multipliziert und um einen konstanten Offset b verschoben. Dieses Gesetz kann auch für den Fall angewendet werden, dass nur eine Multiplikation oder nur eine Verschiebung stattfindet.

$$\text{Var}(aX + b) = a^2 \text{Var}(X) \quad (13.5)$$

Das zweite Gesetz definiert den Fehler eines Logarithmus einer unbestimmten Größe X :

$$\text{Var}(\log(\pm bX)) = \frac{\text{Var}(X)}{X^2} \quad (13.6)$$

Bitte beachten Sie, dass die \log -Funktion hier der natürliche Logarithmus ist, während die Pogson-Formel (siehe oben) den Logarithmus zur Basis 10 enthält. Die folgende Gleichung hilft uns, mit diesem Unterschied umzugehen:

$$\log_b(x) = \frac{\log_k(x)}{\log_k(b)} \quad (13.7)$$

Setzt man diese beiden Gleichungen zusammen, erhält man:

$$\text{Var}(\log_{10}(\pm bX)) = \frac{\text{Var}(X)}{X^2 \log(10)^2} \quad (13.8)$$

Wenn wir zwei unkorrelierte unbestimmte Variablen X und Y haben, ist die Varianz ihrer Summe die Summe ihrer Varianzen, diese Gleichung ist als Bienaymé-Formel bekannt.

$$\text{Var}(X + Y) = \text{Var}(X) + \text{Var}(Y) \quad (13.9)$$

Aus dieser Formel lässt sich auch der Standardfehler eines Stichprobenmittelwerts ableiten. Wenn wir N Beobachtungen einer Zufallsvariablen X mit einer stichprobenbasierten Schätzung des Standardfehlers der Grundgesamtheit s haben, dann ist der Standardfehler einer Stichprobenmittelwertschätzung des Grundgesamtheitsmittels

$$SE_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{N}} \quad (13.10)$$

Mit diesem Wissen ausgestattet, können wir über die Schätzung des Standardfehlers der Objekthelligkeit nachdenken. Wir werden die folgenden drei Unsicherheitsquellen in Betracht ziehen: (1) zufälliges Rauschen innerhalb der Teleskopöffnung, das das thermische Rauschen des Sensors, das Ausleserauschen des Signalverstärkers und des Analog-Digital-Wandlers umfasst, (2) Poisson-Statistiken der Zählung diskreter Ereignisse (auf den Sensor auftreffende Photonen), die während eines festen Zeitraums auftreten, und (3) der Fehler bei der Schätzung der mittleren Himmelselligkeit.

Für die Schätzung des mittleren Himmelsniveaus haben wir den Algorithmus des robusten Mittelwerts verwendet. Er ermöglicht die Schätzung seiner Stichprobenvarianz σ_{pxl}^2 . Dies ist eine pixelbasierte Varianz, und da wir A Pixel in der Sternblende summiert haben, gilt die Bienaymé-Formel: Die Summe S ist eine Summe von A unkorrelierten Zufallsvariablen, von denen jede die Varianz σ_{pxl}^2 hat. Für die Varianz der ersten Fehlerquelle erhalten wir:

$$\sigma_1^2 = A \sigma_{pxl}^2 \quad (13.11)$$

wobei A eine Anzahl von Pixeln in der Sternblende ist.

Aus der Poisson-Statistik können wir eine Varianz ableiten, die durch die Zählung diskreter Ereignisse, der auf einen Sensor auftreffenden Photonen, entsteht, die während eines festen Zeitraums, der Belichtung, auftreten. Wir müssen wiederum die Verstärkung/Gain p des Sensors verwenden, um eine Intensität in ADU in eine Anzahl von Photonen umzuwandeln. Wenn die gemessene Nettointensität eines Objekts I ist, berechnen wir die mittlere Anzahl von Photonen λ als

$$\lambda = I p \quad (13.12)$$

Bemerkung: Der Wert der Verstärkung p des Sensors/ADC-Konverters kann im Abschnitt *Photometrie* der Siril-Einstellungen geändert werden

Dann ist die Varianz der Intensität aufgrund der Poisson-Statistik gleich ihrem Mittelwert.

$$\sigma_{ph}^2 = \text{Var}(\text{Pois}(\lambda)) = \lambda = I p \quad (13.13)$$

Die Varianz ist in Photonen angegeben, wir müssen sie in ADU umrechnen, um die Varianz in Einheiten ADU^2 zu erhalten.

$$\sigma_2^2 = \frac{\sigma_{ph}^2}{p^2} = \frac{I p}{p^2} = \frac{I}{p} \quad (13.14)$$

Wir haben den Himmelspegel als Stichprobenmittelwert der Pixelpopulation im Himmelsring abgeleitet. Da jedes Pixel im Ring eine Varianz σ_{pxl}^2 hat, ist die Varianz des Stichprobenmittelwertes

$$s_{sky}^2 = \frac{\sigma_{pxl}^2}{n_{sky}} \quad (13.15)$$

wobei n_{sky} die Anzahl der Pixel im Himmelsring ist.

Aus der Gleichung (13.9) wird die Varianz der Intensität des Objekts berechnet als

$$\sigma_{ADU}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + A^2 s_{sky}^2 \quad (13.16)$$

Beachten Sie, dass in der Gleichung (13.2) der Himmelspegel mit A multipliziert wird, so dass wir seine Varianz mit A^2 multiplizieren müssen - siehe die Gleichung (13.16). Nun verwenden wir das Gesetz der Fehlerfortpflanzung für den Logarithmus, der mit der Formel des Pogson'schen Gesetzes übereinstimmt.

$$\sigma_{mag}^2 = \left(\frac{-2.5}{I \log(10)} \right)^2 \sigma_{ADU}^2 \quad (13.17)$$

Setzt man die Gleichungen (13.17) und (13.16) zusammen, kann man den Standardfehler der Helligkeit des Objekts in Magnituden ableiten als

$$\sigma_{mag} = \frac{1.08574}{I} \sqrt{\sigma_{ADU}^2} \quad (13.18)$$

13.2 Schnelle Photometrie

13.2.1 Photometrie an handverlesenen Objekten eines einzelnen Bildes



Die Schaltfläche **Schnellphotometrie** ist eine Schaltfläche in der Symbolleiste, mit der Sie eine Photometrie der Sterne durchführen können, was im Allgemeinen der einfachste Weg ist.

Tipp: Wenn sich der Stern inmitten mehrerer Sterne befindet und das Werkzeug nicht auf den richtigen Stern zeigt, besteht eine alternative Möglichkeit darin, eine Auswahl um den Stern zu zeichnen und dann mit der rechten Maustaste auf *PSF* zu klicken. Es ist vielleicht auch interessant zu wissen, dass der mittlere Klick eine Auswahl mit einer empfohlenen Größe für PSF/Photometrie zeichnet (basierend auf dem eingestellten äußeren Radius).

Tipp: Wenn die Photometrie auf der RGB-Ebene durchgeführt wird, werden die Ergebnisse tatsächlich auf der grünen Ebene berechnet. Um Photometrie auf den roten oder blauen Schichten zu erhalten, müssen Sie an den entsprechenden Kanälen arbeiten.

Siril Kommandozeile

```
psf [channel]
```

Führt eine PSF (Point Spread Function) für den ausgewählten Stern durch und zeigt die Ergebnisse an. Im Headless-Betrieb kann die Auswahl mit BOXSELECT in Pixeln angegeben werden. Falls angegeben, wählt das Argument **channel** den Bildkanal aus, auf dem der Stern analysiert werden soll. Es kann bei monochromen Bildern oder bei der Ausführung über die grafische Benutzeroberfläche weggelassen werden, wenn einer der Kanäle in der Ansicht aktiv ist

Links: [boxselect](#)

Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den Bildauswahlmodus zu ändern, und klicken Sie dann auf einen Stern. Es wird nicht nur die Photometrie berechnet, sondern Siril berechnet auch die **PSF (Point Spread Function/Punktspreizfunktion)** des Sterns, mit einer Vielzahl von Details.

Für die Berechnung der PSF werden zwei Berechnungsmodelle verwendet, die vom Benutzer im Fenster *Dynamisches PSF* ausgewählt werden können (Strg + F6).

Das Ergebnis der Photometrie und die zugehörige PSF werden in folgender Form angezeigt:

```
PSF fit Result (Gaussian, monochrome channel):
```

```
Centroid Coordinates:
```

```
    x0=5258.25px      09h25m34s J2000
```

```
    y0=2179.72px      +69°49'31" J2000
```

```
Full Width Half Maximum:
```

```
    FWHMx=7.13"
```

```
    FWHMy=6.79"
```

```
    r=0.95
```

```
Angle:
```

```
    82.87deg
```

```
Background Value:
```

```
    B=0.000874
```

```
Maximal Intensity:
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

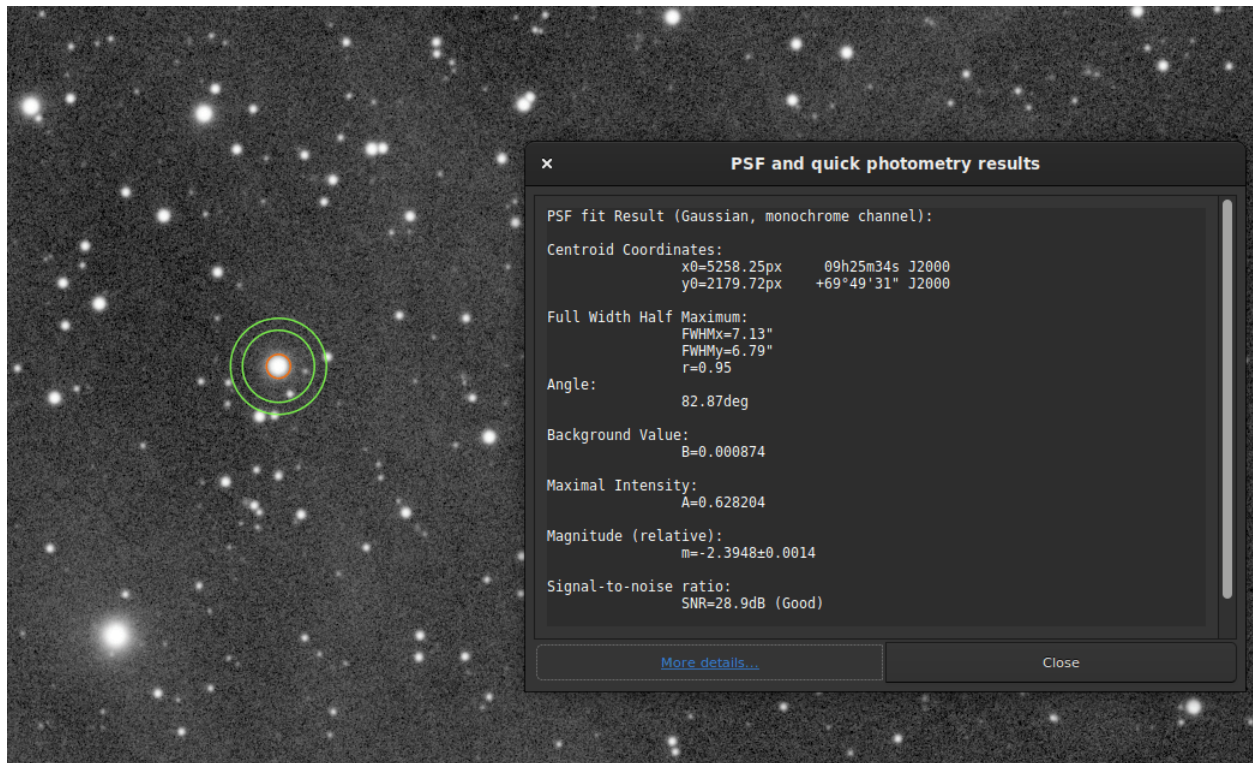


Abb. 3: Fenster mit photometrischem Ergebnis.

(Fortsetzung der vorherigen Seite)

A=0.628204
Magnitude (relative):
m=-2.3948±0.0014
Signal-to-noise ratio:
SNR=28.9dB (Good)
RMSE:
RMSE=1.890e-03

1. Die Angleichung wurde mit der **Gaußschen** Anpassungsfunktion durchgeführt, so dass keine zusätzlichen Parameter erforderlich sind. Wenn jedoch Moffat verwendet wurde, wird die folgende Ausgabe angezeigt:

```
PSF fit Result (Moffat, beta=2.9, monochrome channel):
```

2. **Schwerpunktkoordinaten** (Centroid Coordinates) gibt die Koordinaten des Schwerpunkts in Pixeln an. Wenn jedoch, wie im obigen Beispiel, eine astrometrische Lösung das Bild existiert, gibt Siril die Koordinaten im **Welt-Koordinatensystem** (RA und Dek) an.
3. **Full Width Half Maximum (FWHM)** is returned in arcsec if the image scale is known (obtained from its header or from the GUI *Image information* → *Information*) and in pixels if not. The roundness r is also computed as the ratio of $\frac{FWHM_y}{FWHM_x}$.
4. **angle** (Winkel) ist der Drehwinkel der X-Achse in Bezug auf die Schwerpunktkoordinaten. Er variiert in dem Bereich $[-90, +90]$.

5. **Background Value** (Hintergrundwert) ist der lokale Hintergrund im Bereich $[0, 1]$ für 32-Bit-Bilder und $[0, 65535]$ für 16-Bit-Bilder. Es handelt sich dabei um einen angepassten Wert, nicht um den im Ring der Blendenphotometrie berechneten Hintergrund.
6. Der Wert **maximum Intensity** (Maximalintensität) ist ebenfalls ein angepasster Wert und stellt die Amplitude dar. Es handelt sich um den Maximalwert der angepassten Funktion, der sich an den Koordinaten des Schwerpunkts befindet.
7. Die **Magnitude**, die mit ihrer Genauigkeit angegeben wird, ist das Ergebnis der Photometrie. Wenn die Berechnung jedoch aus bestimmten Gründen nicht möglich ist (gesättigte Pixel oder schwarze Pixel), wird eine Unsicherheit von **9,999** angegeben. In diesem Fall wird die Photometrie als ungültig gekennzeichnet, aber es wird immer noch ein Magnitudenwert angegeben, der jedoch mit Vorsicht verwendet werden sollte.
8. In den Ergebnissen wird ein Schätzwert für das **signal-to-noise ratio** (Signal-Rausch-Verhältnis) angezeigt. Sein Wert wird nach der folgenden Formel berechnet und in **dB** angegeben:

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{N} \right) \quad (13.19)$$

wobei I die Nettointensität ist, proportional zum beobachteten Fluss F und N die Summe der Unsicherheiten, wie in (13.18) ausgedrückt.

Zum besseren Verständnis wird sie in 6 Qualitätsstufen eingeteilt:

1. Hervorragend (SNR > 40dB)
2. Gut (SNR > 25dB)
3. Befriedigend (SNR > 15dB)
4. Niedrig (SNR > 10dB)
5. Schlecht (SNR > 0dB)
6. Unbekannt

Dieser letzte Vermerk wird nur angezeigt, wenn die Berechnung aus dem einen oder anderen Grund fehlgeschlagen ist.

9. Schließlich liefert **RMSE** einen Schätzwert für die Anpassungsqualität. Je niedriger der Wert, desto besser das Ergebnis.

Wenn eine photometrische Lösung für das Bild gefunden wird, führt die Schaltfläche *Mehr Details* am unteren Rand des Fensters zu einer Seite auf der SIMBAD-Website mit Informationen über den ausgewählten Stern. Es ist jedoch möglich, dass die Seite keine zusätzlichen Informationen liefert, wenn der Stern nicht in der SIMBAD-Datenbank enthalten ist.

13.2.2 Schnelle Photometrie von Sequenzen

Eine Schnellphotometrie kann auch mit einer Sequenz durchgeführt werden. Dies ist im Allgemeinen dazu gedacht, eine Lichtkurve zu erhalten, wie [hier](#) erklärt. Um dies durchzuführen, müssen Sie **eine Sequenz laden**, eine Auswahl um einen Stern zeichnen und dann **mit der rechten Maustaste** auf das Bild klicken.

Tipp: Im Idealfall muss die Sequenz ohne Interpolation registriert werden, um die Rohdaten nicht zu verändern. Verwenden Sie z. B. die **globale Sternausrichtung** mit der Option **Nur Transformation in der Sequenzdatei speichern**.

Bemerkung: Stellen Sie sicher, dass die inneren und äußeren Radien für den Hintergrundring an den zu analysierenden Stern und die Sequenz angepasst sind. Einige Bilder können aufgrund von Himmelsbedingungen oder schlechter

Basic data :

TYC 4376-1116-1 -- Star

Distance to the center arcsec: 5.63

Other object types: * (TYC, GSC, ...), IR (2MASS)

ICRS coord. (ep=J2000) : 09 25 35.0476925328 +09 49 31.578495176 (Optical) [0.0002 0.0103 90] A 2020yCat.1350....06

FK4 coord. (ep=B1950 eq=1950) : 09 21 05.8058327264 +70 02 28.161801005 [0.0002 0.0103 90]

Gal coord. (ep=J2000) : 143.0262281186786 +38.2683367084382 [0.0002 0.0103 90]

Proper motions mas/yr : -5.066 5.412 [0.011 0.013 90] A 2020yCat.1350....06

Radial velocity / Redshift / cz : V(km/s) -60.29 [0.59] / z(spectroscopic) -0.000201 [0.000002] / cz -60.28 [0.59] (opt) A 2018yCat.1345....06

Parallax (mas): 2.805 [0.012] A 2020yCat.1350....06

Fluxes (6) : B 11.42 [0.05] D 2000AGA...355L...27H
V 10.96 [0.05] D 2000AGA...355L...27H
G 10.919404 [0.002761] C 2020yCat.1350....06
J 10.108 [0.019] C 2003yCat.2246....0C
H 9.897 [0.018] C 2003yCat.2246....0C
K 9.860 [0.015] C 2003yCat.2246....0C

SIMBAD Query around within 2 arcmin



All (CDSPortal)

Send to Astrometry

Photometry within 5 arcsec

Identifiers (7) :

An access of full data is available using the icon Vizier near the identifier of the catalogue

TYC 4376-1116-1	2MASS 09253507+0949316	Gaia DR2 1119166089613433856	Gaia DR1 1119166085317574528
GSC 04376-01116	TIC 147878362	Gaia DR3 1119166089613433856	

References (0 between 1850 and 2023) (Total 0)

Simbad bibliographic survey began in 1850 for stars (at least bright stars) and in 1983 for all other objects (outside the solar system).

[Follow new references on this object](#)

Abb. 4: Mehr Details über den analysierten Stern. Klicken Sie auf das Bild, um es zu vergrößern.

Nachführung eine viel größere FWHM haben als das Referenzbild. Sie können in den *Einstellungen* oder mit dem Befehl setphot geändert werden.

Am Ende des Prozesses öffnet Siril automatisch die Registerkarte "Grafischer Plot" mit den berechneten Kurven. Es ist möglich, auf mehrere Sterne zu klicken, um die Berechnung zu reproduzieren, wobei der erste Stern den besonderen Status eines *veränderlichen Sterns* erhält und die übrigen Sterne als *Referenzen* dienen. Dies ist wichtig für die Berechnung der Lichtkurve.

13.2.3 Berechnung der wahren Größenordnungen

Die berechnete Helligkeit ist nur aussagekräftig, wenn sie mit anderen Werten im linearen Bild verglichen wird. Der angegebene Wert entspricht nicht der tatsächlichen sichtbaren Helligkeit des Sterns, er ist unkalibriert, auch relative Helligkeit genannt.

Siril stellt Werkzeuge zur Verfügung, mit denen eine ungefähre scheinbare Helligkeit berechnet werden kann. Dazu muss die Helligkeit eines anderen auf dem Bild sichtbaren Sterns bekannt sein, der als Referenz dienen soll. Derzeit ist es nur möglich, einen einzigen Stern als Referenz zu verwenden, daher die *ungefähre* Angabe. Für eine höhere Genauigkeit sollte ein Stern mit ähnlicher Farbe und Helligkeit wie der/die zu messende(n) Stern(e) gewählt werden, und seine Helligkeit sollte mit dem für die Aufnahme des Bildes verwendeten Filter übereinstimmen. Kataloge enthalten Helligkeiten, die mit einem [photometrischen Filter](https://en.wikipedia.org/wiki/Photometric_system) berechnet wurden, der im Allgemeinen nicht von Amateuren verwendet wird, um schöne Bilder zu machen, was eine weitere Annäherung darstellt.

- Führen Sie eine schnelle Photometrie an einem bekannten Stern durch, die angegebene relative Helligkeit ist -2.428. Es ist möglich, die tatsächliche sichtbare Helligkeit herauszufinden, indem Sie auf die Schaltfläche *Mehr Details* klicken, wie oben beschrieben. Sagen wir, der gefundene Wert ist 11.68 (stellen Sie sicher, dass Sie einen Wert verwenden, der dem Spektralband des Bildes entspricht).
- Lassen Sie dann den Stern markiert und geben Sie in Siril folgenden Befehl ein

```
setmag 11.68
```

Das ergibt dann etwa folgende Ausgabe

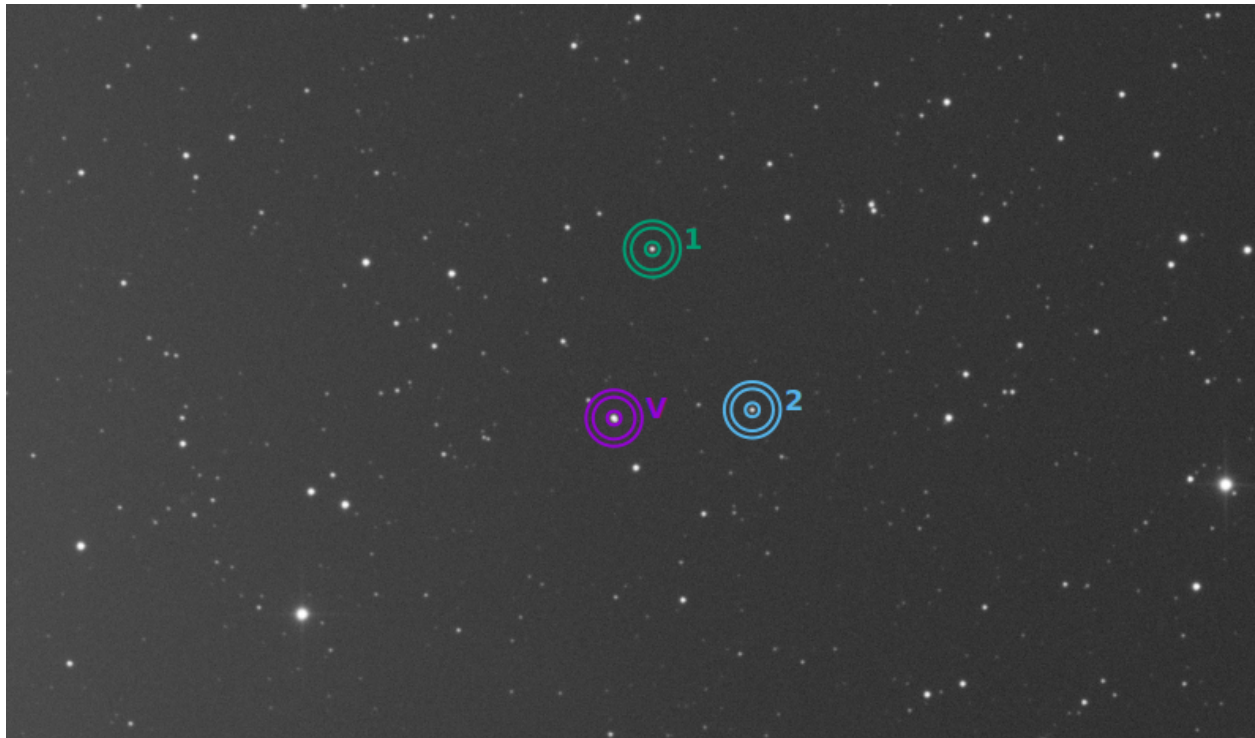


Abb. 5: In diesem Beispiel wurden 3 Sterne analysiert. Der erste wird als veränderlicher Stern verwendet. Die anderen sind Referenzen.

```
10:50:49: Relative magnitude: -2.428, True reduced magnitude: 11.680,
Offset: 14.108
```

Siril Kommandozeile

```
setmag magnitude
```

Kalibriert die Helligkeit durch Auswahl eines Sterns und Angabe der bekannten scheinbaren Magnitude.

Alle PSF-Berechnungen liefern anschließend die kalibrierte scheinbare Magnitude anstelle einer scheinbaren Helligkeit relativ zu ADU-Werten. Beachten Sie, dass der angegebene Wert mit der Helligkeit übereinstimmen muss, damit der Beobachtungsfiler sinnvoll ist.

Zum Zurücksetzen der Magnitudenkonstante siehe `UNSETMAG`

Verweis: [psf](#), [unsetmag](#)

-
- Nun müssen alle berechneten Magnituden Werte aufweisen, die nahe an ihrer tatsächlichen visuellen Helligkeit liegen. Dies gilt jedoch insbesondere für Sterne, deren Helligkeit in der gleichen Größenordnung liegt wie die des Referenzsterns.

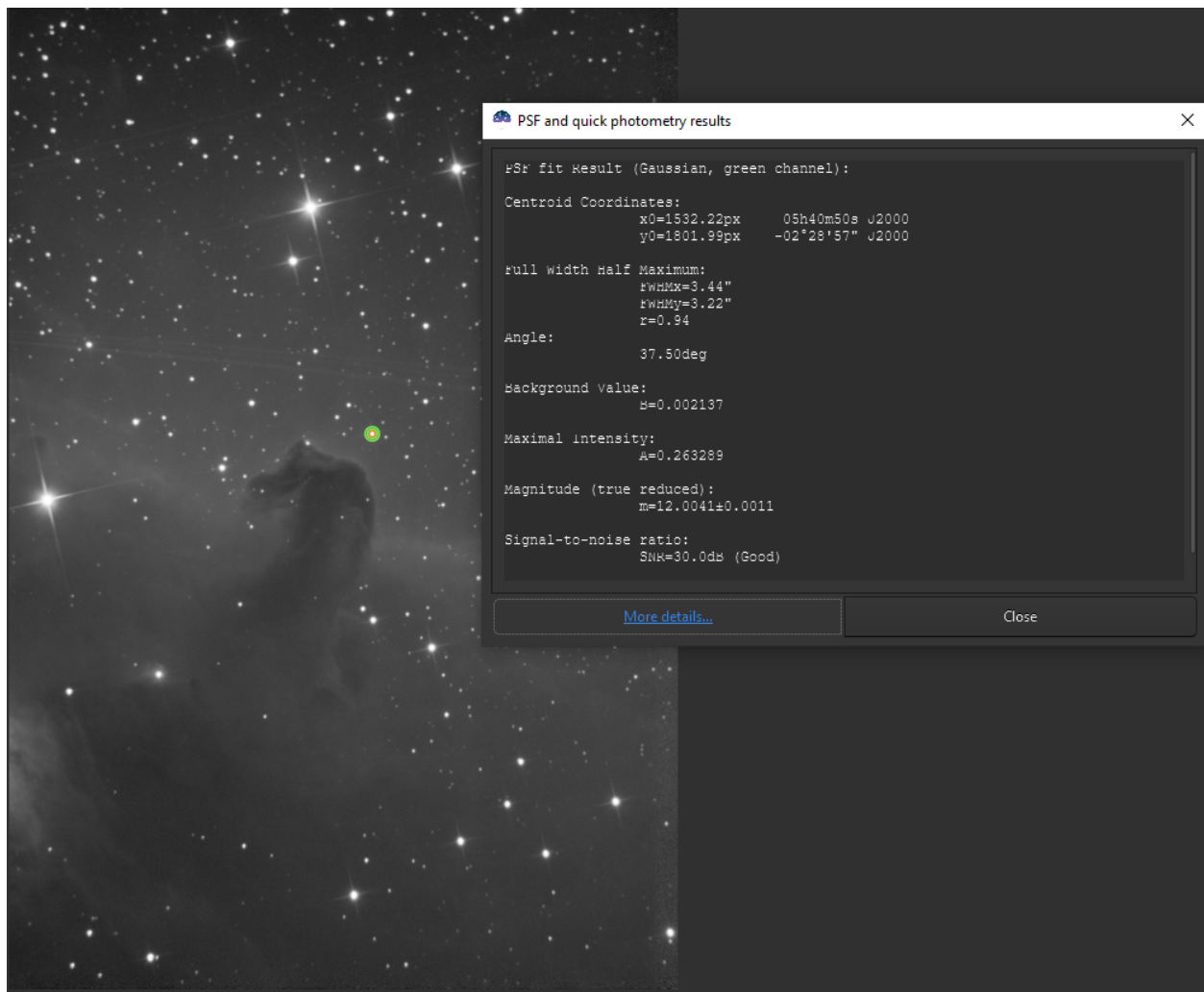


Abb. 6: Fenster mit den Ergebnissen der Photometrie mit eingestellter wahrer Magnitude.

- Um den berechneten Offset wieder zu löschen, geben Sie einfach

```
unsetmag
```

Siril Kommandozeile

```
unsetmag
```

Setze die Magnituden-Kalibrierung auf 0 zurück. Vgl. SETMAG

Verweis: [setmag](#)

Tipp: Die gleichen Befehle gibt es auch für die Sequenzen. Sie lauten `seqmagset` und `sequnsetmag`. Sie werden auf die gleiche Weise verwendet, wenn eine Sequenz geladen wird.

Siril Kommandozeile

```
seqsetmag magnitude
```

Wie der Befehl SETMAG, aber für die geladene Sequenz.

Dieser Befehl ist nur gültig, nachdem Sie SEQPSF oder sein grafisches Gegenstück ausgeführt haben (wählen Sie den Bereich um einen Stern aus und starten Sie die PSF-Analyse für die Sequenz; sie wird in der Registerkarte "Grafischer Plot" angezeigt).

Dieser Befehl hat das gleiche Ziel wie SETMAG, berechnet aber die Referenzgröße für jedes Bild der Sequenz, in der der Referenzstern gefunden wurde, neu.

Beim Ausführen des Befehls wird der zuletzt analysierte Stern als Referenzstern betrachtet. Die Anzeige des Magnituden-Diagramms vor der Eingabe des Befehls erleichtert das Verständnis.

Um den Referenzstern und den Magnituden-Offset zurückzusetzen, siehe SEQUNSETMAG

Verweise: [setmag](#), [seqpsf](#), [psf](#), [sequnsetmag](#)

Siril Kommandozeile

```
sequnsetmag
```

Setzt die Magnitudenkalibrierung und den Referenzstern für die Sequenz zurück. Siehe SEQSETMAG

Verweis: [seqsetmag](#)

13.3 Lichtkurven

In der Astronomie ist eine Lichtkurve ein Diagramm der Lichtintensität eines Himmelsobjekts in Abhängigkeit von der Zeit, typischerweise mit der Stärke des empfangenen Lichts auf der y-Achse und der Zeit auf der x-Achse. Siril ist in der Lage, solche Kurven bei der Analyse von Sternen zu erstellen.

Es gibt nun zwei Möglichkeiten, die veränderlichen Sterne und die Referenzsterne (auch Vergleichssterne genannt) auszuwählen: manuell oder mit Hilfe einer Liste von Sternen, die vom N.I.N.A.-Exoplaneten-Plugin erhalten wurde.

13.3.1 Manuelle Sternwahl

Beginnen Sie mit der Auswahl von Sternen und führen Sie für jeden eine photometrische Analyse der Sequenz durch, wie hier erklärt.



Abb. 7: Ein Stern ist der Veränderliche (violett mit einem V) und die 5 anderen dienen als Referenz.

Warnung: Achten Sie darauf, dass Sie keine veränderlichen Sterne als Referenz auswählen. Wenn die Astrometrie auf Ihrem Bild durchgeführt wird, zögern Sie nicht, die *SIMBAD Anfrage* zu verwenden, um mehr über die Sterne zu erfahren.

Tipp: Es ist empfehlenswert, Referenzen zu wählen, deren Magnitude nahe an der der Variablen liegt.

Sobald dies geschehen ist, lädt Siril automatisch die Registerkarte "Grafischer Plot", wie in der Abbildung unten dargestellt. Hier werden die FWHM-Kurven als Funktion der Bildnummer dargestellt.



Abb. 8: Die Registerkarte "Grafischer Plot" wird direkt nach der Schnellphotometrie der Sequenz angezeigt.

Was uns in diesem Teil interessiert, ist die Anzeige der Magnitudenkurven. Gehen Sie einfach zum Dropdown-Menü und ändern Sie **FWHM** in **Magnitude**. Die Helligkeitskurven jedes analysierten Sterns werden dann angezeigt. Dies führt auch dazu, dass die Schaltfläche *Licht Kurve* aktiviert ist. Es wird außerdem empfohlen, die Schaltfläche *Julianisches Datum* zu aktivieren, um die Helligkeit als Funktion des julianischen Datums darzustellen.

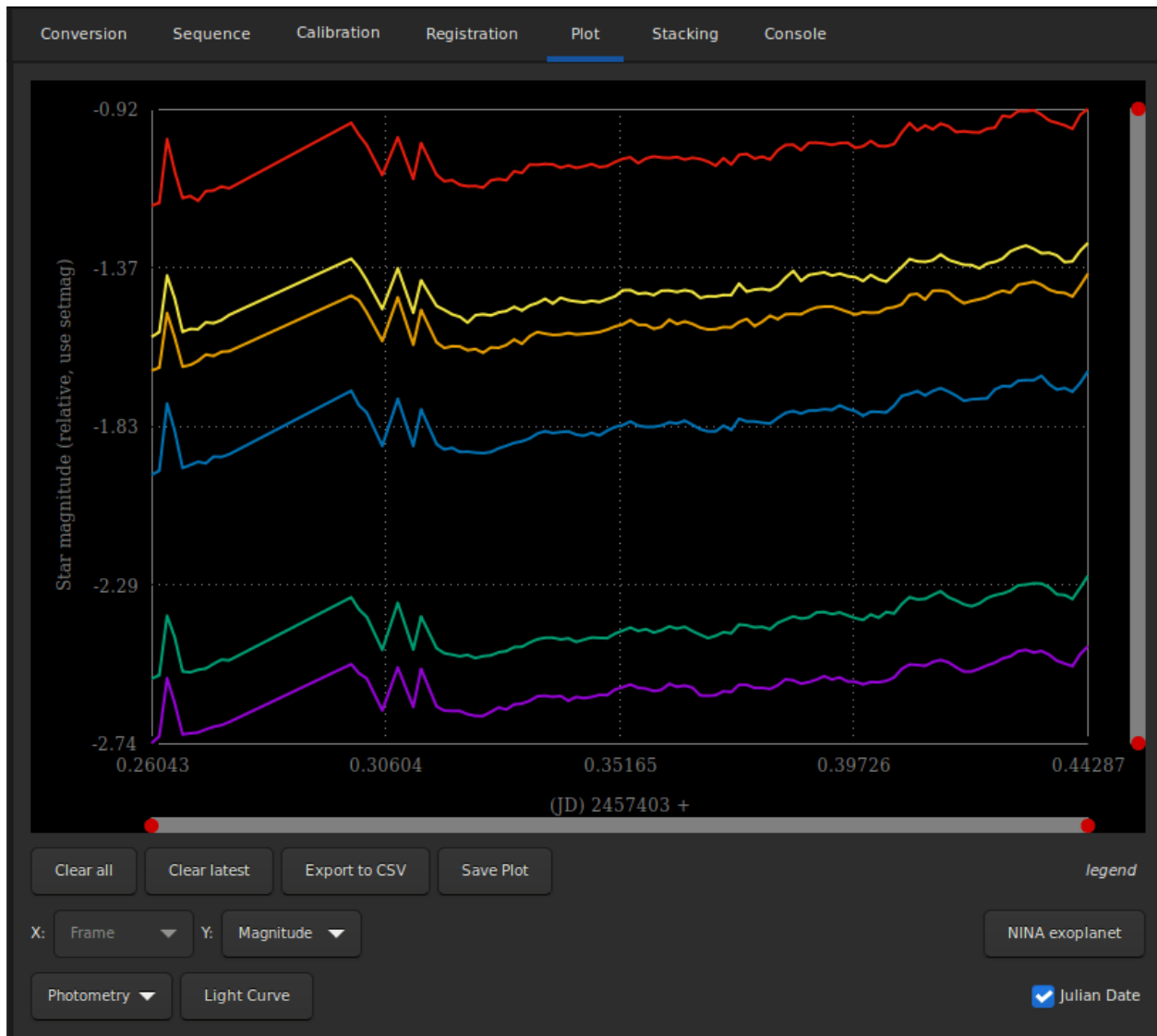


Abb. 9: Beim Umschalten auf die Magnitudenansicht wird die Schaltfläche *Licht kurve* aktiv.

Sobald die Analyse mit einer Anzahl von mindestens 4 oder 5 Referenzsternen abgeschlossen ist (je höher die Anzahl, desto genauer das Ergebnis), können Sie auf die Schaltfläche *Licht Kurve* klicken. Siril wird nach einem Dateinamen fragen, um die Daten im csv-Format zu speichern, dann wird die Lichtkurve in einem neuen Fenster angezeigt. Die csv-Datei kann natürlich in jeder anderen Software oder Website verwendet werden, um die Daten zu bearbeiten/reduzieren.

Warnung: Wie bereits erwähnt, muss die Software *gnuplot* installiert sein, um Lichtkurven betrachten zu können.

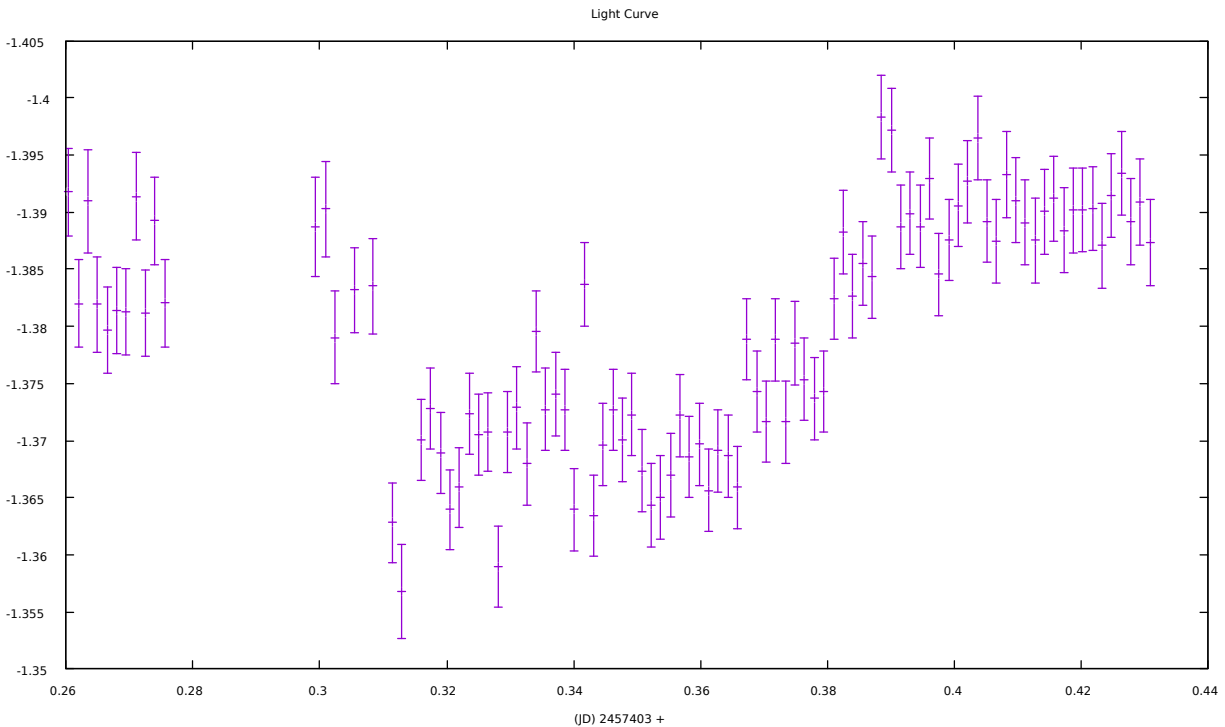


Abb. 10: Lichtkurve eines Exoplaneten-Transits.

13.3.2 NINA Exoplanet Schaltfläche

Um den Prozess der Transitanalyse von Exoplaneten zu automatisieren, können Listen von Referenzsternen, auch Vergleichssterne genannt, aus Sternkatalogen entnommen werden, mit den entsprechenden Kriterien: ähnliche Helligkeit, ähnliche Farbe (damit sich ihre relative Helligkeit nicht durch die atmosphärische Extinktion in verschiedenen Höhenlagen ändert), Nähe.

Die Aufnahmesoftware **N.I.N.A** verfügt über ein Exoplaneten-Plugin, das solche Sterne anzeigt und die Speicherung der Liste in einer CSV-Datei ermöglicht, z. B. csv-Datei:

```
Type,Name,HFR,xPos,yPos,AvgBright,MaxBright,Background,Ra,Dec
Target,HD 189733 b,2.6035068712769851,1992,1446,1640.3703703703704,39440,1917.
→0601851851852,300.18333333333328,22.709722222222222
Var,SW Vul,2.8626145609282911,2972,276,26.14,2012,1905.445,300.02171,22.93517
Var,DQ Vul,2.372369130017419,3006,1040,28.180555555555557,2048,1906.9027777777778,300.
→01254,22.78103
Var,HQ Vul,3.8351043206620834,157,1690,49.393939393939391,2104,1905.7454545454545,300.
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung der vorherigen Seite)

```

→ 55808,22.64067
...
Comp1,ATO J300.3222+22.7056,2.4268101078425852,1367,1465,352,4496,1913.9504132231405,300.
→ 32229415181337,22.705681453738887
Comp1,HD 189657,2.5343988482845927,2527,2808,23.814814814814813,2012,1906.5061728395062,
→ 300.08714683055996,22.4400393728
...
Comp2,000-BJP-946,2.2738807043120195,1832,750,29.962962962962962,2024,1910.0648148148148,
→ 300.23741666666666,22.846999999999998
Comp2,000-BJP-942,2.0977710589704297,2760,1572,31.083333333333332,2096,1908.
→ 6527777777778,300.025875,22.704777777777778
...

```

In der *Registerkarte Grafischer Plot* kann Siril diese Datei über die Schaltfläche *NINA Exoplanet* laden. Um dies zu nutzen, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

- die Sequenz der kalibrierten Bilder muss bereits geladen sein
- das Referenzbild der Sequenz muss astrometrisch gelöst werden, um sicherzustellen, dass wir die richtigen Sterne anhand ihrer äquatorialen J2000-Koordinaten identifizieren
- gnuplot muss installiert sein, um die Lichtkurve zu erstellen oder anzuzeigen, ansonsten wird nur die Datendatei erstellt.

Von da an läuft alles automatisch ab und zeigt am Ende des Prozesses die Lichtkurve für die ausgewählten Vergleichsterne.

Das folgende Video zeigt eine automatische Verarbeitung der Lichtkurve mit der Vergleichssterne von NINA:

13.3.3 Befehle und automatischer Betrieb

Es ist auch möglich, die Lichtkurve mit dem Befehl `light_curve` zu automatisieren oder remote zu erstellen. Da der Blindbetrieb so weit wie möglich automatisiert werden muss, kann die Konfiguration der Radien des Hintergrundringes mit dem Argument `-autoring` automatisiert werden: Es wird eine Sternsuche im Referenzbild durchgeführt und die mittlere FWHM mit einem konfigurierbaren Faktor multipliziert, um die inneren und äußeren Radien zu erhalten, die mit der Sequenz funktionieren sollten.

Siril Kommandozeile

```

light_curve sequencename channel [-autoring] { -at=x,y | -wcs=ra,dec } { -refat=x,y | -
→ refwcs=ra,dec } ...
light_curve sequencename channel [-autoring] -ninastars=file

```

Analysiert mehrere Sterne mit der Aperturphotometrie in einer Bildsequenz und erstellt eine Lichtkurve für einen Stern, die durch die anderen kalibriert wird. Die ersten Koordinaten, in Pixeln, wenn `-at=` verwendet wird, oder in Grad, wenn `-wcs=` verwendet wird, sind für den Stern, dessen Licht aufgezeichnet werden soll, die anderen für die Vergleichsterne.

Alternatively, a list of target and reference stars can be passed in the format of the NINA exoplanet plugin star list, with the `-ninastars=` option. Siril will verify that all reference stars can be used before actually using them. A data file is created in the current directory named `light_curve.dat`, gnuplot plots the result to a PNG image if available

Die Ringradien für die Blendenphotometrie können entweder in den Einstellungen konfiguriert werden oder auf einen Faktor der FWHM des Referenzbildes gesetzt werden, wenn `-autoring` übergeben wird.

Siehe auch SEQPSF für Operationen an einem einzelnen Stern

Verweis: *seqpsf*

Siril verfügt über mehrere Werkzeuge, die Ihnen bei der Analyse Ihres Bildes helfen und Ihnen Informationen zur Qualität der Aufnahme geben können. Insbesondere, ob Ihr Setup optische Defekte hat oder nicht.

14.1 Verkippung

Das erste von Siril vorgeschlagene Werkzeug ist die Verkippungsanalyse. Eine Verkippung tritt auf, wenn der Sensor nicht orthogonal zur Abbildungsebene steht: Dies erfordert einen Eingriff in das optische System. Sie können diese Funktion auf zwei verschiedene Arten ausführen. Entweder klicken sie in der grafischen Benutzeroberfläche auf die

Verkippung-Schaltfläche ( im Fenster *Dynamic PSF Window*, **Ctrl + F6**) oder über die Kommandozeile. Letzteres bietet sogar die Möglichkeit die Verkippung über eine komplette Sequenz zu ermitteln, um eine größere Genauigkeit zu erreichen. Der folgende Befehl:

Siril Kommandozeile

```
tilt [clear]
```

Berechnet die Verkippung des Sensors als FWHM-Differenz zwischen dem besten und dem schlechtesten abgeschnittenen Mittelwert der Ecken. Die Option **clear** erlaubt es, die Darstellung zu löschen

gibt Folgendes aus:

```
22:28:13: Running command: tilt
22:28:13: Findstar: processing for channel 0...
22:28:15: Stars: 7598, Truncated mean[FWHM]: 3.40, Sensor tilt[FWHM]: 0.31 (9%), Off-
↪axis aberration[FWHM]: 0.39
```

In der Konsole werden angezeigt:

- die Anzahl der für die Messung verwendeten Sterne
- der durchschnittliche FWHM-Wert auf dem Sensor, frei von Ausreißern
- die Verkipfung, ausgedrückt als Differenz zwischen der besten und der schlechtesten FWHM an den vier Ecken des Bildes mit dem Prozentsatz der Neigungsabweichung in Klammern (ein Wert von mehr als 10% weist auf ein Neigungsproblem hin)
- die Bildfeldwölbung (Abberation), ausgedrückt durch die Differenz der FWHM zwischen den Sternen in der Mitte und den Sternen am Rand des Sensors

Wenn die Anzahl der erkannten Sterne klein ist (<200), ermöglichen die Sternerkennungseinstellungen der dynamischen PSF eine Verbesserung durch Anpassung des Schwellenwertes/Radius. Je größer die Anzahl der in die Berechnung einbezogenen Sterne ist, desto zuverlässiger ist das Ergebnis der Analyse.

Warnung: Damit das Ergebnis sinnvoll ist, sollte dieser Befehl vorzugsweise mit einem Einzelbild und nicht mit einem Summenbild ausgeführt werden. Ein kalibriertes Einzel-Lights (für Farbsensoren nur debayered) ist daher ideal. Außerdem sind die Proportionen des gezeichneten Vierecks übertrieben, um auf dem Bildschirm besser sichtbar zu sein. Es kann nicht genau der Realität entsprechen.

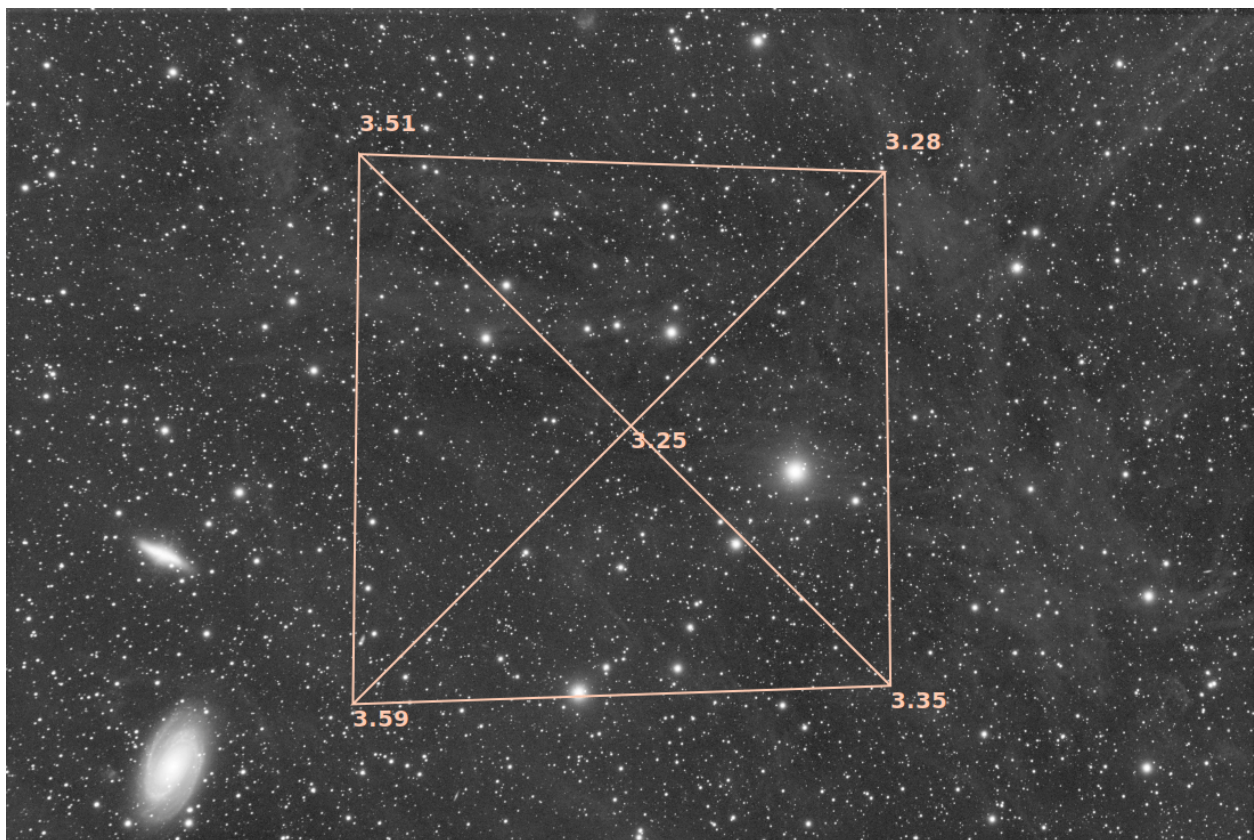


Abb. 1: Anzeige des Verkipplungsdiagramms

Tipp: Neben der Verwendung des Befehls "tilt -clear" kann das Tilt-Diagramm auch über die Schaltfläche *Entfernen* im Dialogfeld Dynamische PSF gelöscht werden.

Siril Kommandozeile

```
seqtilt sequencename
```

Derselbe Befehl wie TILT, aber für die Sequenz **sequencename**. Ergibt generell bessere Resultate

Verweilt: [tilt](#)

14.2 Inspektor für die Bildfeldwölbung (Aberration Inspektor)

Dieses Werkzeug erstellt ein 3x3-Mosaik aus der Bildmitte, den Ecken und Rändern. So lässt sich die Form der Sterne in verschiedenen Bildbereichen leicht vergleichen. Sie können auf diese Funktion zugreifen, indem Sie mit der rechten Maustaste auf das Bild klicken und *Aberrationsprüfung* auswählen. Sie können die Einstellungen dieses Werkzeugs, wie z.B. die Größe der Fehler und des Fensters, in den *Voreinstellungen* einstellen.

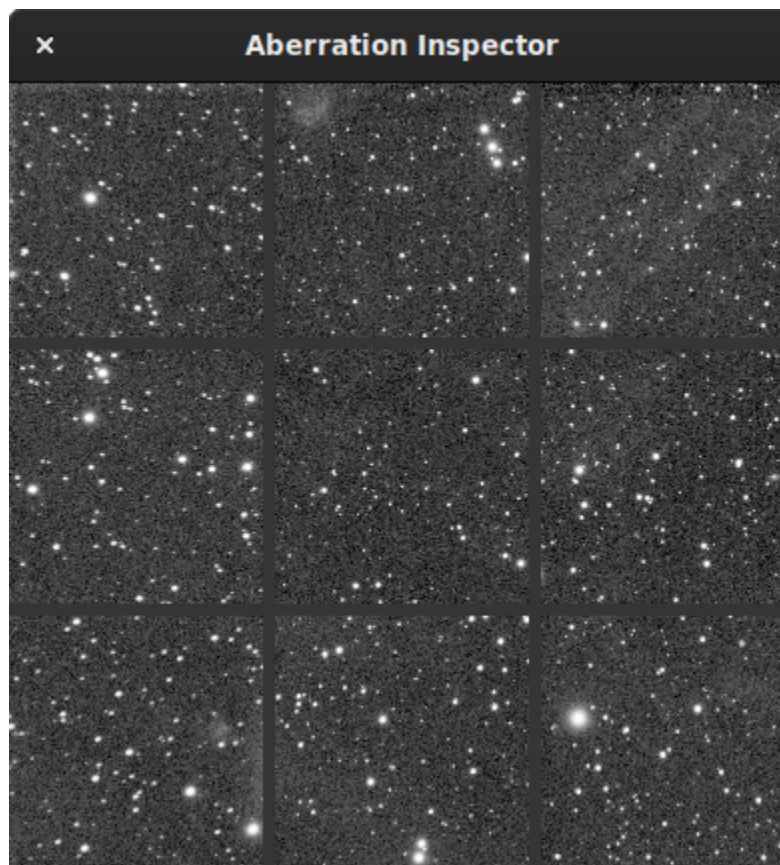


Abb. 2: Das Fenster des Bildfeldwölbungs-Inspektors zeigt die durch das optische System bedingten Verzerrungen der Sterne in den Randbereichen des Bildes.

Es ist auch ein sehr gutes Hilfsmittel, um festzustellen, ob das Bild einen Farbverlauf/Gradienten enthält: Die Unterschiede in Helligkeit und/oder Farbe werden deutlich sichtbar.

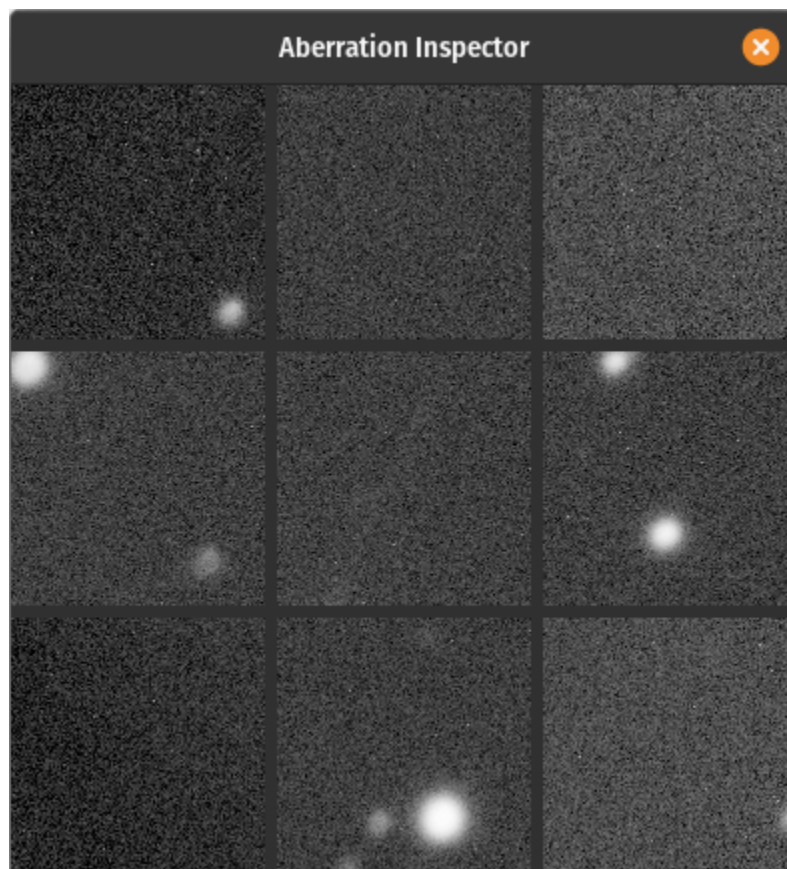


Abb. 3: Das Fenster des Bildfeldwölbungs-Inspektors zeigt Helligkeitsunterschiede an.

Siril Kommandozeile

inspector

Teilt das aktuelle Bild in ein Neun-Panel-Mosaik, das die Bildecken und die Mitte für eine genauere Betrachtung zeigt (nur GUI/Benutzeroberfläche)

Dies ist eine Dokumentation zu Sirl's Statistiken, die über die grafische Benutzeroberfläche (GUI) aus dem Kontextmenü von Bildern (Rechtsklick im Bild) und anschließender Auswahl von *Statistik...*, aus dem Untermenü "Bildinformationen" des Anwendungsmenüs nach Auswahl von *Statistik...* oder über den Befehl `stat.` beachten Sie, dass es bei der Verwendung der grafischen Benutzeroberfläche möglich ist, eine Auswahl in das geladene Bild zu zeichnen, und dass in diesem Fall die Statistik nur für die Pixel des Auswahlbereichs berechnet wird.

Mit der Option *Pro CFA-Kanal* können Sie Statistiken für jeden R-, G- und B-Kanal in CFA-Bildern/Farbbildern berechnen, auch wenn das Bild nicht debayered wurde.

Viele dieser Werte sind Maßzahlen für das [Streuungsmaß](#).

Siril Kommandozeile

```
stat [-cfa] [main]
```

Liefert Statistiken für das aktuelle Bild, standardmäßig die Basiswerte oder die Hauptliste, wenn **main** übergeben wird. Wenn eine Auswahl getroffen wird, werden die Statistiken innerhalb der Auswahl berechnet. Wenn **-cfa** übergeben wird und es sich um ein CFA-Bild handelt, werden die Statistiken für die einzelnen Farbkanäle erstellt

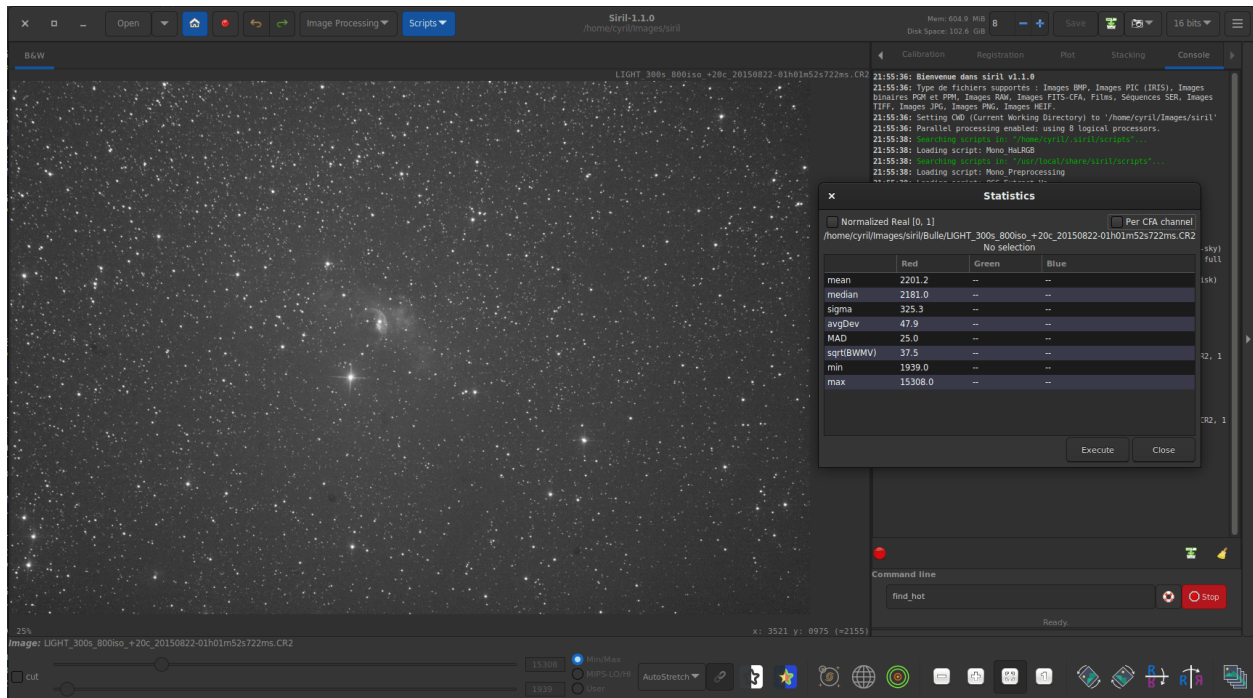


Abb. 1: Ein-Kanal-Statistik für ein CFA-/Farbbild. Die angegebenen Werte sind in diesem Fall nicht wirklich relevant.

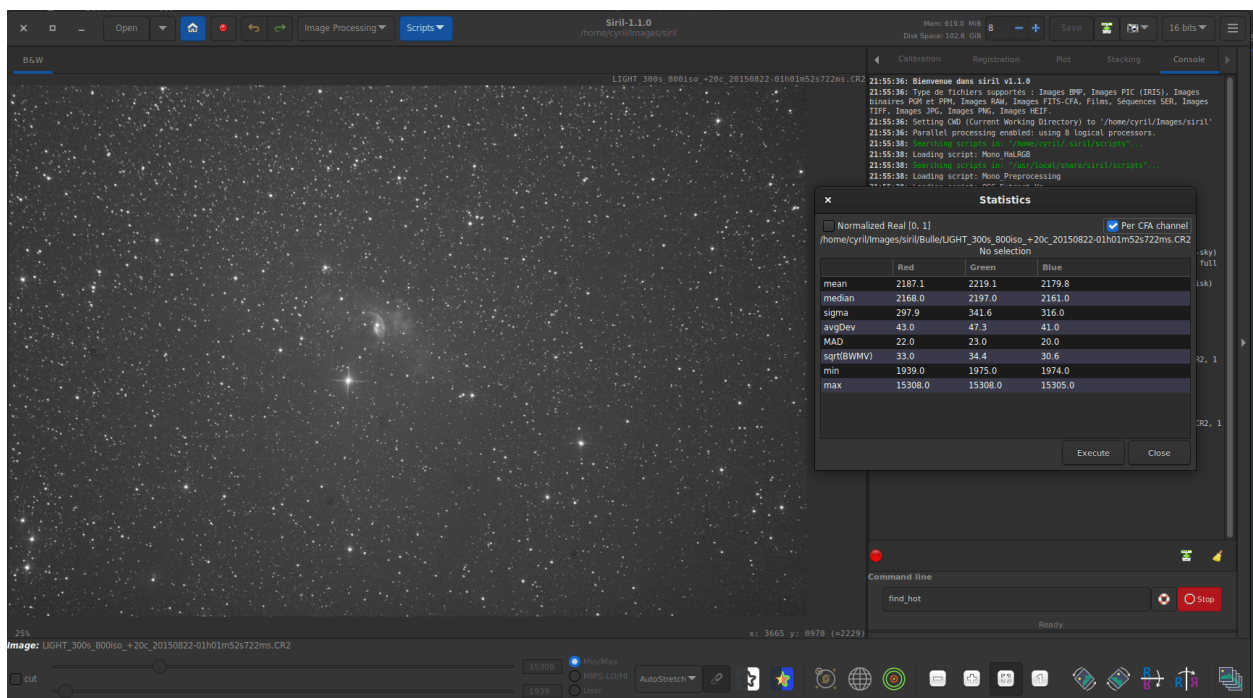


Abb. 2: Drei-Kanal-Statistik für ein CFA-/Farbbild.

15.1 Abschätzungen

15.1.1 Mittelwert

Dies ist der **arithmetische Mittelwert**, auch Durchschnitt oder arithmetisches Mittel genannt. Er wird berechnet, indem die Summe der Pixelwerte durch deren Anzahl in einem Bildkanal geteilt wird.

15.1.2 Median

Der **Median**, oder Zentralwert ist der Wert, der die obere Hälfte von der unteren Hälfte eines Datensatzes trennt. Im Allgemeinen stellt er den Wert des Hintergrundes einer astronomischen Aufnahme dar.

15.1.3 Sigma

Auch bekannt als **Standardabweichung** oder Varianz oder *sigma*, ist ein Maß für die Streuung der Bildpixel, basierend auf den quadrierten Differenzen zum Durchschnitt. Der Sigma-Wert eines Teilbildes, das nur den Hintergrund enthält, stellt das Rauschen des Bildes dar.

15.1.4 Hintergrundrauschen

Diese Abschätzung ist über die grafische Benutzeroberfläche im Untermenü Bildinformationen des Anwendungsmenüs nach Auswahl von "Einschätzung des Rauschens" verfügbar und wird auch am Ende des Stackings angezeigt.

Dies ist ein Maß für das geschätzte Rauschen im Bildhintergrund, für Pixel, die einen Wert haben, der niedrig genug ist, um als Hintergrund zu gelten. Es handelt sich um einen iterativen Prozess auf der Grundlage von $k \cdot \sigma$ (ein Faktor der Standardabweichung über dem Median), so dass es keinen festen Schwellenwert für "niedrig genug" gibt.

Siril Kommandozeile

```
bgnoise
```

Gibt den Rauschwert des aktuell geladenen Bildes aus

15.1.5 avgDev

Die durchschnittliche Abweichung, auch AAD für **average absolute deviation** oder durchschnittliche absolute Abweichung. Um zu verstehen, was die durchschnittliche Abweichung bedeutet, muss man wissen, was der Begriff der absoluten Abweichung ist. Die absolute Abweichung ist der Abstand zwischen jedem Wert in einem Datensatz und dem Mittelwert (in diesem Fall) oder dem Median (für MAD unten) dieses Datensatzes. Nimmt man alle diese absoluten Abweichungen und ermittelt den Durchschnitt, so erhält man die mittlere durchschnittliche Abweichung. Zur Vereinfachung: Wenn die Standardabweichung die quadrierte Abweichung vom Mittelwert ist, ist die AAD die lineare Version davon.

15.1.6 MAD

Die **Mittlere absolute Abweichung** ist ein robustes Maß für die Streuung eines Datensatzes. Die absolute Abweichung und die Standardabweichung sind ebenfalls maßzahlen für die Streuung, werden aber stärker von extrem hohen oder extrem niedrigen Werten beeinflusst. Sie ähnelt der obigen durchschnittlichen Abweichung, bezieht sich aber auf den Median und nicht auf den Mittelwert.

15.1.7 BMWV

Die gewichtete mittlere Varianz **biweight midvariance** ist ein weiteres Instrument zur Messung der Streuung eines Datensatzes, das noch robuster gegenüber Ausreißern ist als die anderen oben erwähnten Werte. Es verwirft Datenpunkte, die zu weit vom Median entfernt sind, und berechnet eine gewichtete Abweichung, wobei die Gewichte abnehmen, je weiter die Datenpunkte vom Median entfernt sind. Die Abschätzung der Streuung ist die Quadratwurzel (gekennzeichnet als \sqrt{BMWV}) dieses Wertes.

15.1.8 Lage-Skalen-Familie

Diese **Parameter**, umgangssprachlich oft Skalierung und Offset genannt, werden in den Benutzeroberflächen nicht angezeigt, sondern von Siril intern berechnet. Um die Histogramme der verschiedenen Bilder für die Normalisierung vor dem Stacking auszurichten, muss man berechnen, wo sie in Bezug auf die Höhe liegen und wie breit sie in Bezug auf die Streuung sind. Als gültiger Schätzwert für die Lage könnte der Median herangezogen werden, während der MAD oder das \sqrt{BMWV} für die Skalierung verwendet werden könnte. Um jedoch die Robustheit der Werte zu erhöhen, werden die Pixel, die mehr als das $6 \times \text{MAD}$ vom Median entfernt sind, verworfen. Auf diesem beschnittenen Datensatz werden der Median und \sqrt{BMWV} neu berechnet und als Standort- bzw. Skalenschätzer verwendet. Sie werden relativ zum Referenzbild einer Sequenz in Siril berechnet.

Siril verfügt über eine Befehlszeile in der grafischen Benutzeroberfläche und über die Möglichkeit, Skripte auszuführen, die eine Liste von Befehlen enthalten, entweder über die grafische Benutzeroberfläche oder über die Befehlszeilenschnittstelle. Im Allgemeinen wirken Befehle, die ein einzelnes Bild verändern, auf das aktuell geladene Bild, so dass die Verwendung des Befehls *load* in Skripten erforderlich ist, und Befehle, die auf eine Sequenz von Bildern wirken, benötigen den Namen der Sequenz als Argument. Wenn Dateien nicht so benannt sind, dass Siril sie als Sequenz erkennt, hilft der Befehl *convert*.

Tipp: Das Zeichen Space ist das Begrenzungszeichen zwischen den Argumenten. Wenn Sie Leerzeichen innerhalb der Argumente benötigen, können Sie einfache oder doppelte Anführungszeichen verwenden, genau wie in der Befehlszeile des Betriebssystems.

Befehle können in die Befehlszeile am unteren Rand des Hauptfensters von Siril eingegeben werden. Eine andere Möglichkeit ist es, die Befehle in eine Datei zu schreiben und diese als Skript auszuführen. Um die Datei von der grafischen Benutzeroberfläche aus auszuführen, fügen speichern Sie sie im konfigurierten Skriptverzeichnis oder verwenden Sie in der grafischen Benutzeroberfläche das Zeichen @ in der Befehlszeile wie folgt:

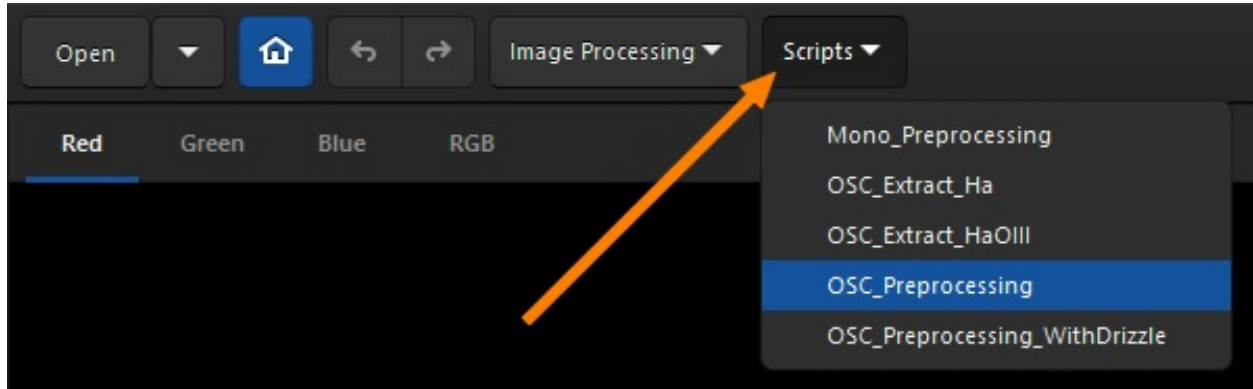
```
@file_name
```

Einige Befehle (*preprocess*, *stack*, und alle Speicherbefehle) können Dateinamen verwenden, die Variablen aus dem FITS-Header enthalten. Das Format des Ausdrucks wird im Detail *hier* erläutert und kann mit dem Befehl *parse* getestet werden.

16.1 Benutzung von Skripten

Es gibt drei Wege um ein Skript auszuführen:

- aus der grafischen Benutzeroberfläche, indem Sie das Schlüsselwort @ in der Befehlszeile verwenden, gefolgt von dem Namen der Skriptdatei im aktuellen Arbeitsverzeichnis,
- aus der grafischen Benutzeroberfläche, über das Menü *Skripte*,



- von der Kommandozeilenschnittstelle (**siril-cli** executable), mit dem Argument `-s` gefolgt vom Pfadnamen der Skriptdatei (siehe die Manpage für weitere Informationen).

Das Menü "Skripte" erscheint nur, wenn einige Skripte in den Skript-Suchverzeichnissen gefunden wurden. Dies sind entweder Standardverzeichnisse oder vom Benutzer im Einstellungsdialog festgelegte Verzeichnisse.

16.2 Liste der Skripte aufbauen

Standardmäßig werden bei der Installation von Siril eine Reihe von Skripten automatisch installiert. Diese eingebauten Skripte, die offiziellen Skripte, werden vom Entwicklerteam entwickelt und funktionieren garantiert: Sie sind für bestimmte Standardprozesse gedacht.

16.2.1 Verzeichnis für Benutzerskripte hinzufügen

Sie können natürlich auch Ihre eigenen <Scripts:Eigene Skripte schreiben> schreiben und Siril mitteilen, wo sie zu finden sind:

- Klicken Sie auf das Symbol *Hamburger*, dann auf *Einstellungen* (oder drücken Sie **Strg+P**).
- Klicken Sie auf den Abschnitt *:Skripte*.
- Kopieren Sie in eine neue Zeile den Pfad zu dem Ort, an dem sie gespeichert werden sollen (erstellen Sie einen Ordner auf Ihrem Computer oder verweisen Sie auf einen bestehenden).
- Klicken Sie auf das Symbol *Aktualisieren* direkt darunter.
- Klicken Sie auf *Apply*.

Sie können so viele benutzerdefinierte Verzeichnisse nutzen wie sie möchten, indem sie diese einfach der Liste hinzufügen.

Wenn Sie gerade ein neues Skript in einem der Ordner hinzugefügt haben und das Menü aktualisieren möchten, geben Sie den Befehl `reloadscripts` in die Befehlszeile ein oder öffnen Sie den Abschnitt *Einstellungen* → *Skripte* und

verwenden Sie das Symbol *Aktualisieren*. Dadurch werden alle Ordner der Liste durchsucht und alle Dateien mit der Erweiterung *.ssf gefunden.

Warnung: Es wird dringend empfohlen, Ihre benutzerdefinierten Skripte **nicht** im selben Ordner wie die mit Siril gelieferten Standardskripte zu speichern. Unter Windows können sie bei der Installation einer neueren Version gelöscht werden oder eine korrekte Deinstallation verhindern. Unter MacOS wird dadurch das Gesamtpaket beschädigt und die Verwendung von Siril gänzlich verhindert.

Keine Sorge, die Liste der Skriptspeicherorte ist in Ihrer Konfigurationsdatei gespeichert, so dass Sie sie bei der Installation einer neueren Version wiederfinden sollten.

16.2.2 Fehlerbehebung

Aus verschiedenen Gründen ist es möglich, dass das Menü *Skripte* nicht sichtbar ist. Dies bedeutet, dass die Skripte von Siril nicht gefunden wurden. Wenn das der Fall ist, gehen Sie bitte wie folgt vor.

- Klicken Sie auf das Symbol *Burger*, dann auf *Einstellungen*.
- Klicken Sie auf den Abschnitt *:Skripte*.
- Löschen Sie alle Zeilen im Feld *Skript Storage Directories* wie in der folgenden Abbildung gezeigt.
- Klicken Sie auf *Apply*.
- Beenden Sie Siril und starten es neu.

16.3 Eingebaute Skripte

Alle integrierten Skripte müssen dieser Dateistruktur folgen:

- **Mono_Preprocessing.ssf:** Skript für Kalibrierung von Bildern aus monochromen DSLRs oder Astrokameras, verwendet Bias, Flats und Darks, registriert und stacked die Bilder. Um es zu benutzen legen sie Ihre Dateien (RAW oder FITS) in die Ordner mit den Namen *lights*, *darks*, *flats* und *biases* (im Siril-Standard-Arbeitsordner), dann führen Sie das Skript aus.
- **OSC_Preprocessing.ssf:** Skript für die Kalibrierung von Bildern aus Farb-DSLRs oder Farb-Astrokameras (OSC - One-Show-Color), verwendet Bias, Flats und Darks, registriert und stacked die Bilder. Um es zu benutzen, legen sie Ihre Dateien (RAW oder FITS) in die Ordner mit den Namen *lights*, *darks*, *flats* und *biases* (im Siril-Standard-Arbeitsordner), dann führen Sie das Skript aus.
- **OSC_Extract_Ha.ssf:** Skript zur Nutzung mit OSC DSLRs oder OSC Astrokameras, zur Verwendung mit H-Alpha Filtern oder Dual-Band-Filtern. Dieses Skript extrahiert die Ha-Ebene des Farbbildes. Um es zu benutzen, legen sie Ihre Dateien (RAW oder FITS) in die Ordner mit den Namen *lights*, *darks*, *flats* und *biases* (im Siril-Standard-Arbeitsordner), dann führen Sie das Skript aus.
- **OSC_Extract_HaOIII.ssf:** dasselbe Skript wie oben, extrahiert aber die H-Alpha und OIII-Ebenen des Farbbildes. Um es zu benutzen, legen sie Ihre Dateien (RAW oder FITS) in die Ordner mit den Namen *lights*, *darks*, *flats* und *biases* (im Siril-Standard-Arbeitsordner), dann führen Sie das Skript aus. Sie können auch das Menü *Bildbearbeitung*, dann *RGB Zusammensetzung...* verwenden und das Ha-Ergebnis in den Rotkanal und das OIII-Ergebnis in den Grün- und Blaukanal legen, um ein HOO-Bild zu erhalten.

Tipp: Für Besitzer von **SII**- oder **SII-OIII**-Zweibandfiltern gelten die gleichen Skripte. Tatsächlich ist es für einen Farbsensor unmöglich, den Unterschied zwischen **Ha** (656,3 nm) und **SII** (671,6 nm), die beide rot sind, zu erkennen.

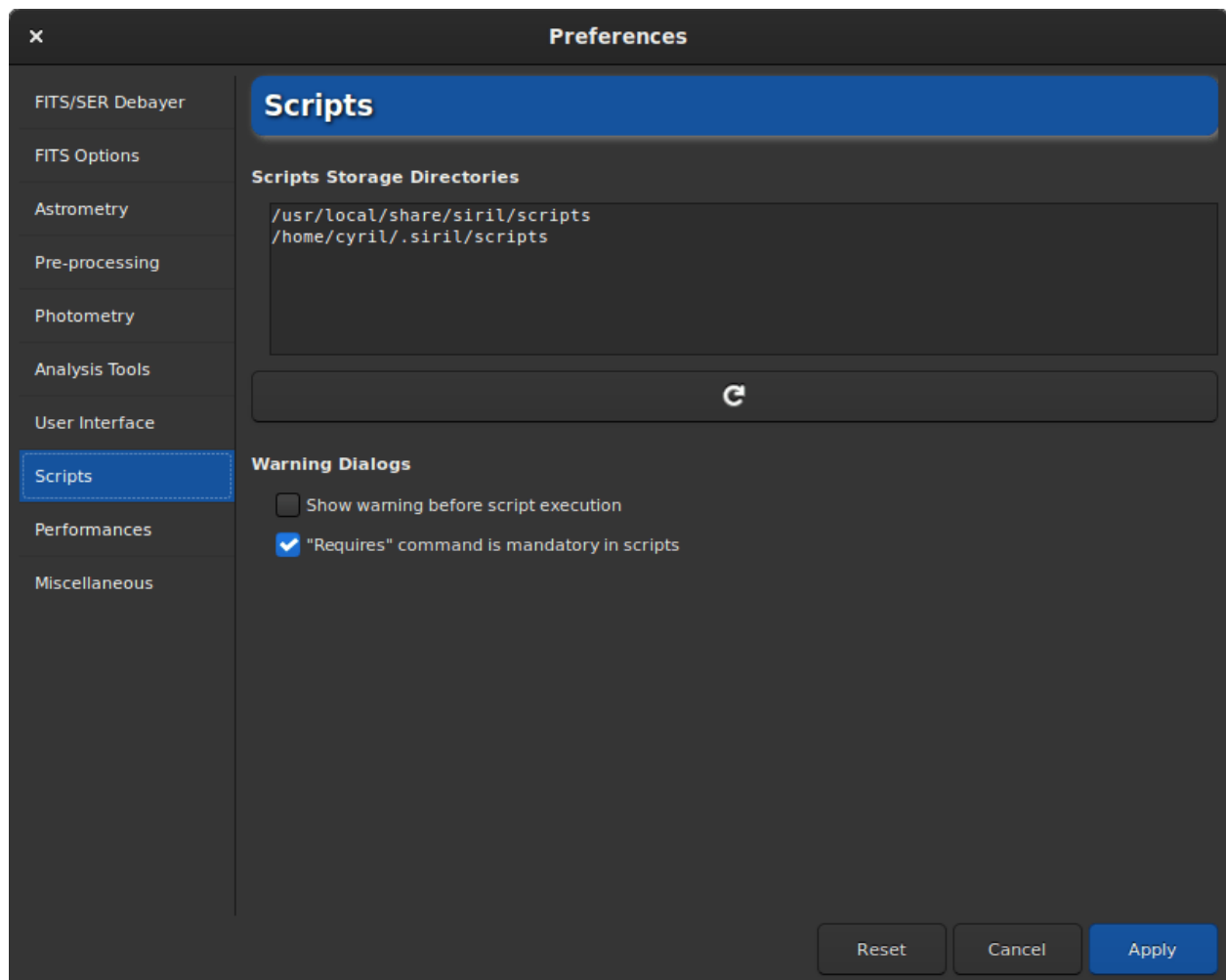
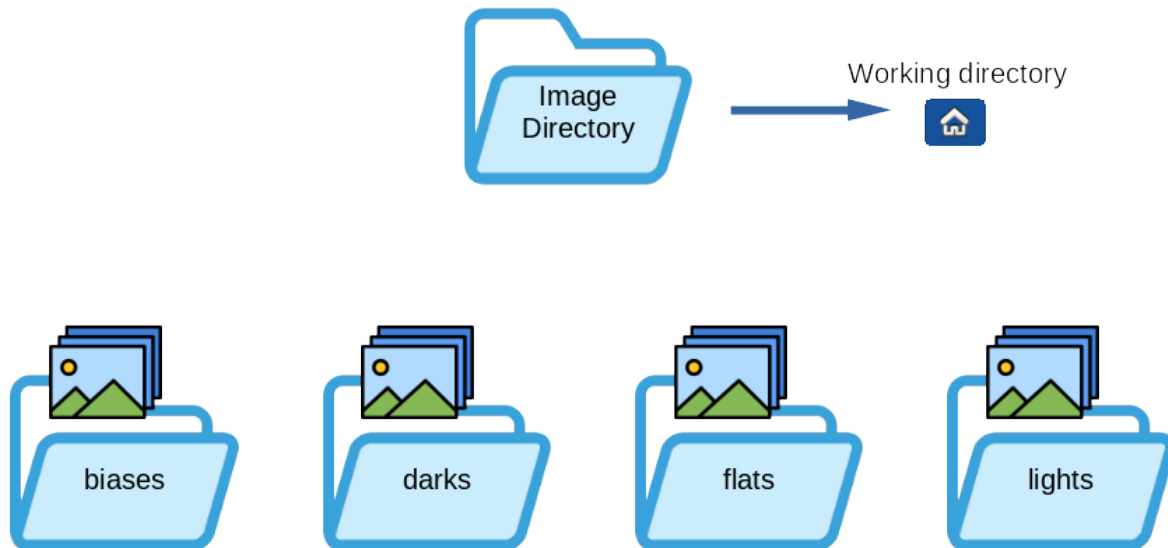


Abb. 1: Skript-Seite der Einstellungen. Die Skripte werden aus den Pfaden geladen, die im *Skript Storage Directories* aufgeführt sind.



- **RGB_Zusammensetzung.ssf:** Dieses in Version 1.2 hinzugefügte Skript registriert monochrome Bilder mit einer globalen Registrierung, beschneidet sie auf ihren gemeinsamen Bereich und nimmt die ersten drei Bilder, um ein Farbbild zu erzeugen. Die Eingabebilder sollten allein in ein Verzeichnis gelegt werden und die Namen `R.fit` (oder mit der konfigurierten Dateierweiterung), `G.fit` und `B.fit` tragen. Das Ergebnis wird `rgb.fit` heißen. Stellen Sie sicher, dass Sie das Verzeichnis `process` zwischen den einzelnen Läufen entfernen.

Sprache der Skripte

Zu Beginn des Skriptings gab es dank des Beitrags eines Benutzers zwei Versionen der Skripte (Englisch und Französisch). Als Siril 1.2.0 veröffentlicht wurde, wurde beschlossen, nur die englischen Skripte beizubehalten, um die Wartung zu vereinfachen. Wir ermutigen die Benutzer, Übersetzungen der offiziellen Skripte an ihre jeweiligen Communities weiterzugeben, wenn sie dies für notwendig erachten.

16.4 Mehr Skripte finden


Es gibt eine ganze Reihe von Skripten, die bei der Installation von Siril nicht mitgeliefert werden. Wir haben jedoch ein Gitlab-Repository für sie eingerichtet. Es steht jedem frei, sich zu registrieren und neue Skripte vorzuschlagen. Wir werden sie entsprechend ihrer Relevanz akzeptieren: Die verwendete Sprache muss Englisch sein.

Please refer to this address to browse and download the scripts: <https://gitlab.com/free-astro/siril-scripts>.

Warnung: Beachten Sie jedoch, dass diese Skripte nicht unbedingt von den Benutzern, die sie hochgeladen haben, gepflegt werden und möglicherweise nicht auf dem neuesten Stand sind. In diesem Sinne, viel Spaß.

16.5 Eigene Skripte schreiben

Eine Skriptdatei ist eine einfache Textdatei mit dem Dateityp *.ssf.

Ein Skript zu schreiben ist nicht schwierig. Es ist eine Folge von Aufrufen von Befehlen, die nacheinander ausgeführt werden. Jeder Befehl muss ausgeführt werden, ohne dass ein Fehler zurückgegeben wird, sonst bricht das Skript ab. Es wird daher dringend empfohlen, die Liste der *Befehle* zu nutzen, um Syntax, Art und Anzahl der verwendeten Parameter zu erlernen. Außerdem sind einige Befehle nicht skriptfähig und werden mit dem Symbol  markiert. Es kann auch nützlich sein, jede Skriptzeile in der Siril-Befehlszeile zu testen.

Each new script created in this way should be placed in a *user-defined folder* for Siril to find them.

Headless Modus

Siril kann sowohl mit seiner grafischen Benutzeroberfläche (GUI) als auch mit einer Befehlszeilenschnittstelle (CLI) arbeiten, für die nicht einmal ein Bildschirm erforderlich ist. Es kann Bilder für andere Programme auf Remote-Computern oder in virtuellen Maschinen verarbeiten, indem es entweder Skripte oder in Echtzeit generierte Operationen, sogenannte Befehle, verwendet. Die Fähigkeiten des "headless Siril" sind in der Tat die der *verfügbaren Befehle*. Es gibt mehr als hundert Befehle, mit denen die Kalibrierung, die Verarbeitung und die photometrische Analyse automatisch durchgeführt werden können.

Befehle können auch in der GUI-Version von Siril verwendet werden, entweder über die eingebettete Befehlszeile am unteren Rand des Bedienfelds oder mit *Skripten*. Skripte sind einfach eine Textdatei, die eine Liste von Befehlen enthält. Es wird empfohlen, die Seite *Skripte* zu lesen, bevor Sie fortfahren.

In der Headless-Version können Befehle entweder durch Übergabe eines Skripts ausgeführt werden, oder indem die Standardeingabe als Skript gesetzt wird und Befehle in diese geschrieben werden, mit der `-s` - Kommandozeilenoption, oder indem benannte Pipes (named Pipes) verwendet werden.

Hier ist ein Beispiel für einen bash-Code, der den Headless-Modus aufruft, der den Master-Bias aufbaut und das Hintergrundrauschen in roter Farbe auf der Konsole ausgibt:

```
#!/bin/bash
# bash commands to prepare files

initdir=$(pwd)

##### Set your own variables #####
SCRIPTS_DIRECTORY=$initdir
SIRIL_PATH=siril-cli
#####

# Removing process folder if exists #
rm -rf $SCRIPTS_DIRECTORY/process

echo "Running siril bash script in $initdir"
output=$(($SIRIL_PATH -d $SCRIPTS_DIRECTORY -s - <<ENDSIRIL
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

```
#####
#
# Example of script that create a master-bias
# and print in red the noise of the image
#
#####

requires 1.0.0

# Convert Bias Frames to .fit files
cd biases
convert bias -out=../process
cd ../process

# Stack Bias Frames to bias_stacked.fit
stack bias rej 3 3 -nonorm -out=master-bias
cd ../..

close
ENDSIRIL
)

log_line=$(echo "$output" | grep -o "log: Background noise value.*")
echo -e "\e[31m$log_line\e[0m"

echo done Siril part
```

17.1 Befehlsstrom (Pipe)

Beginnend mit Version 0.9.10 wurde ein neuer Modus eingeführt, in dem Befehle über eine "Named Pipe" gesendet und Logdateien und Status über eine andere abgefragt werden können. Dieser Modus wird mit dem Befehlszeilenargument `-p` aktiviert.

Das Protokoll ist recht einfach: Siril empfängt Befehle und gibt einige Aktualisierungen aus. Nur Befehle, die als skriptfähig gekennzeichnet sind, können mit diesem System verwendet werden. Immer wenn die Befehlseingangs-Pipe geschlossen oder der Befehl *cancel* ausgeführt wird, wird der laufende Prozess beendet, so als ob die Schaltfläche *Stop* in der Benutzeroberfläche angeklickt worden wäre. Die Pipes heißen `siril_command.in` und `siril_command.out` und sind im Verzeichnis `/tmp` auf Unix-basierten Systemen verfügbar. Seit Version 1.1.0, können die Pfadnamen der Pipes mit den Optionen `-r` und `-w` konfiguriert werden, was externen Programmen erlaubt, sie vor dem Start von Siril zu erstellen, typischerweise mit dem Befehl `mkfifo`. Ebenfalls neu in 1.1.0 ist, dass der Ping-Befehl `ping` einfach einen Status zurückgibt, der angibt, ob Siril bereit ist, einen Befehl zu verarbeiten oder bereits beschäftigt ist.

Die Ausgaben von Siril ist eine Folge einzelner Texte und wie folgt formatiert:

- **ready** wird beim Start ausgegeben um anzuzeigen, dass Siril bereit ist Befehle zu verarbeiten
- **log:** gefolgt von einer Logmeldung
- **status:** verb [subject], wobei verb entweder `starting`, `success`, `error` oder `exit` sein kann (exit-Nachrichten sind noch nicht implementiert). Das Subjekt ist der Name des aktuellen Befehls, mit Ausnahme von `exit`, das anzeigt, dass siril einen fatalen Fehler erlitten hat und beendet werden muss.

- **progress:** `value%` ist die Entsprechung eines Fortschrittsbalkens, es werden periodisch Prozente und manchmal 0% am Ende einer Verarbeitung als Leerlaufinformation gesendet.

Pfadnamen Parsing

Parsing ist die Fähigkeit zu parsen, d.h. Zeichenketten auf der Grundlage der im *FITS*-Header enthaltenen Daten zu schreiben. Die Pfadanalyse, die in Siril 1.2.0 eingeführt wurde, zielt darauf ab, der Skripterstellung mehr Flexibilität zu verleihen, indem Header-Daten zum Schreiben/Lesen von Dateinamen oder Pfaden verwendet werden können. Zur Zeit wird dies mit den folgenden Befehlen verwendet:

- ref: "Kalibrieren <calibrate>
- *stack* and *stackall*
- Alle *saveXXX*-Befehle

und natürlich deren GUI-Entsprechungen.

18.1 Beispiel für die Syntax

Beginnen wir mit einem einfachen Beispiel. Angenommen, Sie haben eine Datei mit dem Namen "light_00001.fit" und möchten in Ihrer Masterdark-Bibliothek ein Masterdark finden, das den Eigenschaften dieses Lights entspricht. Da Sie eine Konvention zur Benennung Ihres Masterdarks gewählt haben, wissen sie, dass der korrekte Dateiname des Darks etwas so heißen sollte:

```
DARK_"exposure"s_G"gain"_O"offset"_T"temperature"C_bin"binning".fit
```

wobei die Begriffe in den Anführungszeichen durch die Werte aus dem FITS-Header ihres Lights ersetzt werden. Bei einer Belichtungszeit von 120s, einer Sensortemperatur von -10°C, einem Gain/Offset von 120/30 und Binning 1 würde das Masterdark so heißen:

```
DARK_120s_G120_O30_T-10C_bin1.fit
```

Nun, das ist genau das, was diese Funktion ermöglicht. Wenn Sie den Namen des Darks mit den gerade erläuterten Konventionen angeben, können Sie Siril anweisen, das Light zu öffnen, seinen Header zu lesen und die Header-Werte zu verwenden, um eine solche Zeichenkette zu erstellen (und sie dann zu verwenden, um das Light mit dem passenden Masterdark vorzuverarbeiten).

Sie können die im Header enthaltenen Informationen entweder über den Befehl `dumpheader` oder durch einen Rechtsklick auf ein geöffnetes Bild und Auswahl von *FITS Header...* auslesen. Normalerweise erhalten Sie eine Ausgabe wie untenstehend (einige der Schlüssel wurden zur Übersichtlichkeit entfernt):

```
SIMPLE = T / C# FITS
BITPIX = 16 /
NAXIS = 2 / Dimensionality
NAXIS1 = 4144 /
NAXIS2 = 2822 /
BZERO = 32768 /
EXTEND = T / Extensions are permitted
IMAGETYP= 'LIGHT' / Type of exposure
EXPOSURE= 120.0 / [s] Exposure duration
DATE-OBS= '2022-01-24T01:03:34.729' / Time of observation (UTC)
XBINNING= 1 / X axis binning factor
YBINNING= 1 / Y axis binning factor
GAIN = 120 / Sensor gain
OFFSET = 30 / Sensor gain offset
INSTRUME= 'ZWO ASI294MC Pro' / Imaging instrument name
SET-TEMP= -10.0 / [degC] CCD temperature setpoint
CCD-TEMP= -10.0 / [degC] CCD temperature
BAYERPAT= 'RGGB' / Sensor Bayer pattern
TELESCOP= '61EDPH' / Name of telescope
FILTER = 'DualBand' / Active filter name
OBJECT = 'Rosette Nebula' / Name of the object of interest
OBJCTRA = '06 30 36' / [H M S] RA of imaged object
OBJCTDEC= '+04 58 51' / [D M S] Declination of imaged object
RA = 97.6960081674312 / [deg] RA of telescope
DEC = 4.99212765957446 / [deg] Declination of telescope
END
```

Das Format für die Angabe des spezifischen Dark-Dateinamens würde dann lauten:

```
DARK_$EXPTIME:%d$_G$GAIN:%d$_O$OFFSET:%d$_T$SET-TEMP:%d$C_bin$XBINNING:%d$.fit
```

Alle zu parsenden Teile werden wie folgt gebildet: **\$SCHLÜSSEL:fmt\$**

- **SCHLÜSSEL** ist jeder beliebige (gültige) Schlüssel aus dem FITS-Header des Lights
- **fmt** ist ein *format specifier*.

Zum Beispiel wird `$EXPTIME:%d$` zu `120` geparsed, wenn das Light 120s lang belichtet wurde. Wenn sie `$EXPTIME:%0.1f$` angeben, ergibt sich durch die Formatangabe `%x.yf` jedoch `120.0`.

Der gesamte obige Ausdruck würde also zu folgendem Ergebnis führen:

```
DARK_**120**s_G**120**_O**30**_T**-10**C_bin**1**.fit
```

In diesem ersten Beispiel haben wir nur die Umwandlung in Ganzzahlen mit `%d` verwendet. Es gibt aber auch andere gebräuchliche Formattierer, die Sie verwenden können:

- `%x.yf` für Fließkommazahlen
- `%s` für Zeichenketten

Bemerkung: Bei Zeichenketten werden führende und nachfolgende Leerzeichen immer entfernt, während Leerzeichen innerhalb einer Zeichenkette durch `_`-Zeichen ersetzt werden. Beispiel: `$OBJECT:%s$` würde umgewandelt zu

Rosette_Nebula.

Sie können auch einige weniger gebräuchliche Formattierer verwenden:

- Um ein Datum aus einem Datums-/Uhrzeit-Headerfeld zu parsen, können Sie den speziellen Nicht-Standard-Formattierer **dm12** verwenden, was "Datum - 12 Stunden" bedeutet. In der obigen Headerzeile hat der Schlüssel DATE-OBS den Wert 2022-01-24T01:03:34.729. \$DATE-OBS:dm12\$ würde diesen Wert in 2022-01-23 umwandeln, was dem Beginn der Nacht entspricht. Sie können auch den speziellen Formattierer **dm0** verwenden, der nur das Datum parst, ohne 12 Stunden zu subtrahieren.
- Um ein Datum aus einem Datums-/Uhrzeit-Headerfeld zu parsen, können Sie den speziellen Nicht-Standard-Formattierer **dt** verwenden, was einfach Datum+Zeit bedeutet. Im obigen Header enthält der Schlüssel DATE-OBS den Wert 2022-01-24T01:03:34.729. \$DATE-OBS:dt\$. \$DATE-OBS:dt\$ wird das zu 2022-01-24_01-03-34 konvertieren.
- Um „RA“- und „DEK“-Informationen aus den Header-Schlüsseln „OBJCTRA“ und „OBJCTDEC“ zu analysieren, können Sie die speziellen, nicht standardmäßigen Formattierer **ra** und ***dec*** verwenden. *****. Im obigen Header haben die Schlüssel „OBJCTRA“ und „OBJCTDEC“ den Wert „06 30 36“ bzw. „+04 58 51“. „,\$OBJCTRA:ra\$_\$OBJCTDEC:dec\$“ würde in „06h30m36s_+04d58m51s“ umgewandelt werden.
- Um „RA“- und „DEK“-Informationen aus den Header-Schlüsseln „RA“ und „DEC“ im Dezimalformat zu analysieren, können Sie die speziellen, nicht standardmäßigen Formattierer **ran** verwenden. und **decn**. Im obigen Header haben die Schlüssel „RA“ und „DEC“ den Wert „97.6960081674312“ bzw. „4.99212765957446“. „,\$RA:ran\$_\$DEC:decn\$“ würde in „06h30m47s_+04d59m32s“ umgewandelt werden.

Um die Syntax zu testen, können Sie ein Bild laden und den Befehl *parse* verwenden, wie unten gezeigt.

Siril Kommandozeile

```
parse str [-r]
```

Parsed the String **str** basierend auf den Informationen im Header des aktuellen geladenen Bildes. Hauptzweck dieses Befehls ist es, das Path-Parsing von Header-Schlüsseln zu debuggen, welches in anderen Befehlen genutzt werden kann.

Die Option **-r** gibt an, dass die Zeichenkette im Lesemodus interpretiert werden soll. Im Lesemodus werden alle in der Zeichenkette **str** definierten Wildcards verwendet, um einen Dateinamen zu finden, der dem Muster entspricht. Andernfalls ist der Standardmodus der Schreibmodus, und etwaige Platzhalter werden aus der zu parsenden Zeichenkette entfernt.

Wenn **str** mit dem Präfix *\$def* beginnt, wird es als reserviertes Schlüsselwort erkannt und in den in `gui_prepro.dark_lib`, `gui_prepro.flat_lib`, `gui_prepro.bias_lib` oder `gui_prepro.stack_default` gespeicherten Strings für *\$defdark*, *\$defflat*, *\$defbias* bzw. *\$defstack* gesucht.

Das Schlüsselwort *\$seqname\$* kann auch verwendet werden, wenn eine Sequenz geladen ist

18.2 Auffinden einer Datei mit Pfadanalyse

Im obigen Beispiel haben wir gesehen, dass wir den Namen eines Masterdarks anhand der Informationen aus dem FITS-Header des zu kalibrierenden Lights finden können. Dies wird im Befehl `parse` der Lesemodus genannt.

Dieses Verhalten wird hauptsächlich in Verbindung mit dem Befehl/der Registerkarte *calibrate* verwendet. Bei der option `-dark=` des Befehls oder im Feld `Dark` der Benutzeroberfläche, können Sie die oben beschriebene Syntax verwenden. So können Sie sicher sein, dass das passende Masterdark zur Kalibrierung der Lights verwendet wird. Das Gleiche gilt auch für `Bias`- und `Flat`-Dateien. Sie können natürlich auch einen vollständigen (oder relativen) Pfadnamen zu der Datei angeben. Und der Pfadname kann ebenfalls Ausdrücke der gleichen Art enthalten.

Bei Flats zum Beispiel möchten sie vielleicht den Pfad zu einer Bibliothek angeben, die Filter- oder Teleskopinformationen enthalten könnte, da Sie möglicherweise mehrere Setups haben. Ein Pfad wie:

```
~/astro/masters/flats/$INSTRUME:%s$_$TELESCOP:%s$/$FILTER:%s$/FLAT_bin$XBINNING:%d$.fit
```

Würde dann umgewandelt in:

```
~/astro/masters/flats/ZWO_ASI294MC_Pro_61EDPH/DualBand/FLAT_bin1.fit
```

und ist ein gültiger Wert für `Flat`.

Wenn Sie dies jedes Mal, wenn Sie kalibrieren, als Befehl in Ihre Skripte oder in das Feld `Flat` der grafischen Benutzeroberfläche schreiben müssten, könnte das natürlich etwas mühsam werden. In diesem Fall kommen reservierte Schlüsselwörter zu Hilfe. Es gibt 3 reservierte Schlüsselwörter für Master:

- `$defdark`
- `$defflat`
- `$defbias`

Ihre Werte werden in *Preferences* → *Pre-processing section* festgelegt. Sie können auch durch Skripting mit dem Befehl `set` festgelegt werden. Sie entsprechen den werten von `gui_prepro.dark_lib`, `gui_prepro.flat_lib` und `gui_prepro.bias_lib`.

Wenn diese Werte festgelegt wurden und Sie sie als Standardwerte verwenden möchten, werden Sie in den Feldern der Registerkarte *Kalibrierung* angezeigt. Sie können auch beginnen, Ihre Skripte unter Verwendung dieser Schlüsselwörter zu schreiben. Der Kalibrierungsschritt eines neuen generischen Skripts für eine Farbkamera könnte z.B. folgendermaßen aussehen:

```
calibrate light -dark=$defdark -cc=dark -flat=$defflat -cfa -equalizecfa -debayer
```

Auf diese Weise werden die Master-Dateien direkt aus den Bibliotheken ausgewählt, und es wird sichergestellt, dass sie bei der Kalibrierung nicht vertauscht werden.

18.3 Schreiben einer Datei mit Dateinamen-Parsing

Es ist zwar praktisch, auf diese Weise Dateien finden zu können, aber es wäre ebenso nützlich, diese Syntax zu verwenden, um Dateien während des Stackings zu speichern. Genau darum geht es beim *Schreibmodus*. Die Syntax kann im Feld `-out=` der Befehle *stack* und *stackall*, oder im entsprechenden Eingabefeld der GUI benutzt werden.

Nehmen wir an, Sie wollen ein allgemeines Skript schreiben, welches bei jedem Update Ihrer Bibliothek die Master-Darks vorbereitet. In der Zeile `stack` des Skripts können Sie dann schreiben:

```
stack dark rej 3 3 -nonorm -out=$defdark
```

Diese Zeile stellt sicher, dass das resultierende Masterdark an der richtigen Stelle mit dem richtigen Dateinamen gespeichert wird, der dann zur Kalibrierung der Lights abgerufen werden kann.

Um noch mehr Flexibilität mit dem `stack`-Befehl zu erreichen, gibt es zwei weitere reservierte Schlüsselwörter:

- `$defstack`
- `$sequencename$`

Wie bei den Standard-Mastern wird `$defstack` im gleichen Abschnitt der Voreinstellungen konfiguriert, oder mit dem Befehl `set` auf `gui_prepro.stack_default`. Nehmen wir zum Beispiel an, Sie haben `$defstack` definiert als:

```
Result_${OBJECT}:%s$_$DATE-OBS:dm12$_$LIVETIME:%d$s
```

Die Skriptzeile:

```
stack r_pp_light rej 3 3 -norm=addscale -output_norm -out=$defstack
```

wird den Stack unter folgendem Namen speichern:

```
Result_Rosette_Nebula_2022-01-24_12000s.fit
```

Seit Siril 1.2.0 ist der Standardname für das Stacking als `$sequencename$stacked` (das `_`-Zeichen wird hinzugefügt, falls nicht vorhanden) definiert. Dies ähnelt dem bisherigen Verhalten früherer Versionen, außer dass jetzt explizit angegeben ist, dass Pfadnamen-Parsing verwendet wird.

18.4 Verwendung von Platzhaltern/Wildcards

Es könnte sein, dass Sie einen Schlüsselwert im Namen Ihres Masterframes verwenden möchten, der nicht mit dem Schlüsselwert in den zu kalibrierenden Bildern übereinstimmt. Anhand eines Beispiels wird es vielleicht etwas deutlicher. Angenommen, Sie möchten im Namen eines Masterflats die Belichtungszeit festhalten. Etwa so:

```
FLAT_1.32s_Halpha_G120_030_bin1.fit
```

Wenn Sie ein Feld `$EXPTIME:%0.2f$` in `$defflat` einfügen, wird es beim Kalibrierungsschritt zu einem Fehler kommen. Einfach deshalb, weil der `EXPTIME`-Schlüssel aus dem zu kalibrierenden Light gelesen wird und nicht aus dem Flat.

Um diese Situation zu umgehen, können Sie in den zu parsenden Ausdrücken Platzhalter/Wildcards verwenden:

```
FLAT_*$EXPTIME:%0.2f$_$FILTER:%s$_$G$GAIN:%d$_$OFFSET:%d$_bin$XBINNING:%d$
```

Beachten Sie das Symbol `*`, das direkt vor `EXPTIME` steht.

Dieses Symbol hat folgende Bedeutung:

- Im Schreibmodus, also grundsätzlich beim Stacken Ihres Masterflats, wird das Feld `EXPOSURE` zur Bildung des zu speichernden Dateinamens verwendet. Im obigen Beispiel würden Sie dann effektiv unter `FLAT_1.32s_Halpha_G120_030_bin1.fit` speichern.
- Im Lesemodus, also beim Kalibrieren Ihrer Lights, wird das Feld `EXPOSURE` durch `*` ersetzt. Bei der Suche nach einer solchen Datei holt Siril alle Dateien, die dem Muster `FLAT_*_Halpha_G120_030_bin1.fit` entsprechen. Hoffentlich ist Ihre Namenskonvention robust genug, damit nur genau eine passende Datei gefunden und zur Kalibrierung verwendet wird.

Warnung: Falls Siril mehr als eine Datei im Lesemodus findet, wird es eine Warnung in der Konsole ausgeben und die neueste Datei auswählen. Da dies möglicherweise nicht zum gewünschten Ergebnis führt, sollten Sie in diesem Fall Ihre Namenskonvention für Dateien überdenken.

Live-Stacking

Live Stacking ist eine Technik in der Astrofotografie, die es ermöglicht, eine Reihe von Bildern in Echtzeit zu stacken, um eine höhere Bildqualität zu erzielen. Im Gegensatz zum herkömmlichen Stacking, bei dem mehrere Bilder nach der Aufnahme kombiniert werden, werden beim Live Stacking die Bilder bereits während der Aufnahme kombiniert. Dies ermöglicht eine sofortige Vorschau des endgültigen Bildes und erlaubt dem Astrofotografen, in Echtzeit Anpassungen vorzunehmen, um die Qualität des Endergebnisses zu verbessern.

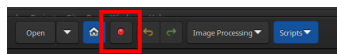
Siril 1.2.0 enthält diese Funktion, die jedoch im Moment noch **experimentell** ist. Sie erlaubt es, ein Verzeichnis in Echtzeit zu überwachen und die Bilder, die ankommen, zu stacken, sobald sie eintreffen. Das Stapeln von Bildern kann mit und ohne Dark/Bias/Flats durchgeführt werden. Letztere müssen vorher erstellt werden, wenn Sie sie verwenden wollen.

19.1 Live-Stacking (GUI)

Bemerkung: Nur FITS- und RAW-Kamerabilder sind mit dem Livestacking kompatibel.

Um mit dem Livestacking zu beginnen, müssen Sie :

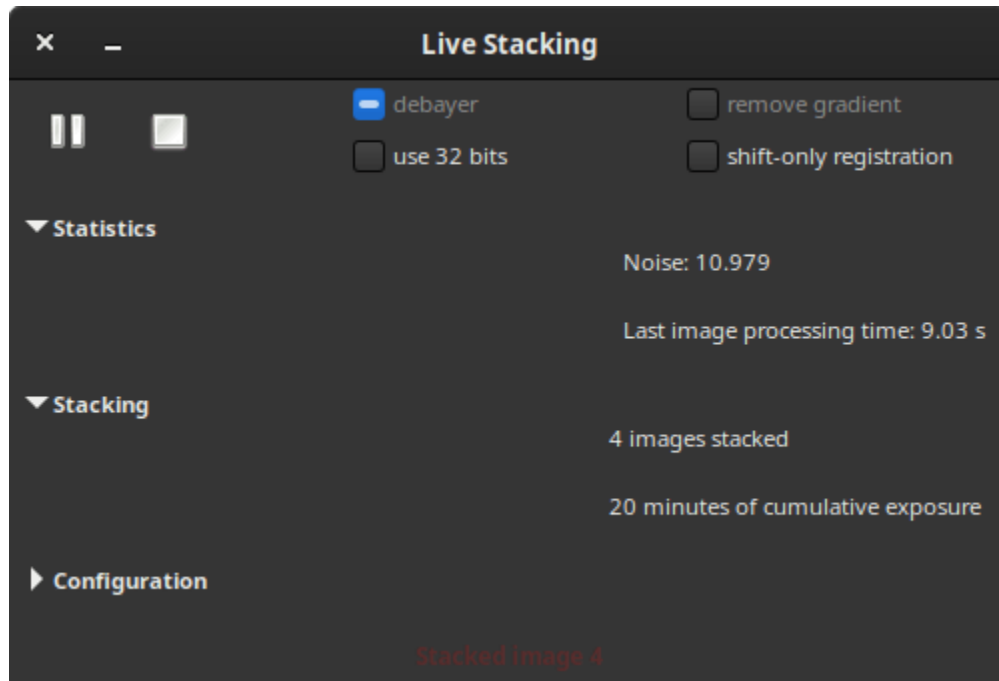
- Ein Arbeitsverzeichnis festlegen, in dem die Fotos nacheinander ankommen sollen.
- Klicken Sie auf die markierte Schaltfläche um eine Live-Stacking-Session zu starten.



Es öffnet sich ein neues Fenster.

Dieses Fenster enthält mehrere Schaltflächen und Optionen. Eine Schaltfläche zum Starten, die beim Anklicken zu einer Schaltfläche zum Pausieren wird, und eine Schaltfläche zum Beenden. Mit der ersten können Sie die Überwachung des Arbeitsverzeichnisses starten oder pausieren, mit der letzten Schaltfläche stoppen Sie das Live-Stacking.

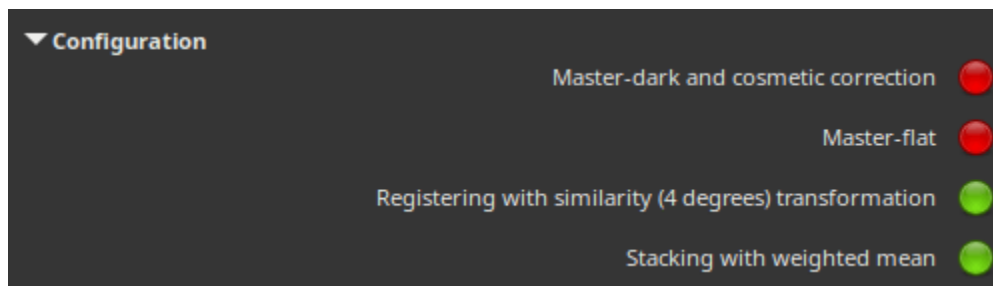
Alle anderen Optionen gehören zum Standard bei der Vorverarbeitung astronomischer Bilder:



- **Debayer:** Die Bayer-Matrix wird in den Dateien erkannt und der Debayer-Algorithmus wird automatisch aktiviert. Dies ist eher eine Information als eine Option.
- **32 Bits benutzen:** Verwenden Sie 32 Bit für die Bildverarbeitung. Dies ist langsamer und in der Regel ohne Vorteile in Bezug auf die Qualität für Live-Stacking.
- **Gradient entfernen:** Entfernt einen linearen Hintergrundgradienten auf den kalibrierten Eingabebildern.
- **Nur-Verschiebung-Registrierung:** Nur Verschiebung von Bildern anstelle von Rotation bei der Registrierung. Dies sollte für Alt-Az-Montierungen oder stark driftende Montierungen deaktiviert werden. Wenn es aktiviert ist, macht es die Verarbeitung der Bilder viel schneller.

Die folgenden 3 Abschnitte enthalten die Informationen, die der Benutzer benötigt, um die Entwicklung des Stacks zu verfolgen.

- **Statistik:** In diesem Abschnitt werden die Entwicklung des Rauschpegels in ADU sowie die Bildverarbeitungszeit angezeigt.
- **Stacking:** In diesem Abschnitt wird die Anzahl der gestackten Bilder und die aufsummierte Gesamtbelichtungszeit angezeigt.
- **Konfiguration** ist ein Abschnitt, der standardmäßig nicht aufgeklappt wird. Nach dem Ausklappen enthält der Rahmen Angaben darüber, ob die Vorverarbeitung mit Hilfe von Masterdateien erfolgt ist, sowie über die Art der Registrierung und des Stackings.



Bemerkung: Um Masterdateien während einer Livestacking-Sitzung zu verwenden, müssen Sie Ihre Kalibrierungsframes zunächst stacken. Danach und vor dem Start der Sitzung laden Sie sie bitte in die Registerkarte *Kalibrierung*. Sie werden dann beim Livestacking berücksichtigt und im *Konfigurations*-Teil des Livestack-Dialogs angezeigt.

19.2 Live-Stacking (ohne GUI/Headless)

Es ist möglich, Live-Stacking von der Kommandozeile aus zu benutzen. Dazu sind nur 3 Befehle notwendig, die im Folgenden erklärt werden.

- Die erste, *start_ls* startet die Livestacking-Sitzung. Es ist möglich, dem Befehl Dark- und Flat-Bilder als Argumente zu übergeben, um die Bilder während des Live-Stackings zu kalibrieren.

Siril Kommandozeile

```
start_ls [-dark=filename] [-flat=filename] [-rotate] [-32bits]
```

Initialisiert eine Livestacking-Sitzung unter Verwendung der optionalen Kalibrierungsdateien und wartet auf Eingabedateien, die durch den Befehl LIVESTACK bereitgestellt werden, bis STOP_LS aufgerufen wird. Standardmäßig wird die Registrierung nur mit Verschiebung und 16-Bit-Verarbeitung durchgeführt, da dies schneller ist. Dies kann mit **-rotate** und **-32bits** auf Rotation und 32 Bit geändert werden

Beachten Sie, dass die Live-Stacking-Befehle Siril in einen Zustand versetzen, in dem es nicht in der Lage ist, andere Befehle zu verarbeiten. Nach START_LS können nur noch LIVESTACK, STOP_LS und EXIT aufgerufen werden, bis STOP_LS aufgerufen wird, um Siril in den normalen, nicht-Live-Stacking-Zustand zurückzubringen

Verweise: *livestack*, *stop_ls*, *exit*

-
- Der Befehl *livestack* muss auf jedes Bild angewendet werden, das Sie stacken möchten.

Siril Kommandozeile

```
livestack filename
```

Verarbeitet das bereitgestellte Bild für das Live-Stacking. Nur nach START_LS möglich. Der Prozess umfasst das Kalibrieren der eingehenden Datei, sofern in START_LS konfiguriert, das Debayern, wenn es sich um ein OSC-Image handelt, das Registrieren und Stacken. Das temporäre Ergebnis wird in der Datei *live_stack_00001.fit* gespeichert, bis eine neue Option zum Ändern hinzugefügt wird

Verweis: *start_ls*

-
- Schließlich wird mit dem Befehl *stop_ls* die Live-Stacking-Sitzung beendet.

Siril Kommandozeile


stop_ls

Beendet die Live-Stacking-Sitzung. Nur möglich nach START_LS

Verweis: *start_ls*

Befehle

Die folgende Seite zeigt alle Befehle die in Siril verfügbar sind 1.2.0.

Sie können durch einen Klick auf dieses Icon auf einen Index zugreifen .

Wenn Befehle mit dem Icon  markiert sind, können Sie in Skripten benutzt werden, während Befehle die mit diesem Icon  in Skripten nicht möglich sind.

Tipp: Bei allen Sequenzbefehlen können Sie das Argument **sequencename** durch ein `.` ersetzen, wenn die zu bearbeitende Sequenz bereits geladen ist.

Tipp: Wenn Sie ein Argument angeben möchten, das eine Zeichenfolge mit Leerzeichen enthält, beispielsweise einen Dateinamen, müssen Sie das gesamte Argument und nicht nur die Zeichenfolge in Anführungszeichen setzen. Sie sollten also beispielsweise `„command „-filename=My File.fits““` verwenden, **nicht** `„command -filename=“My File.fits““`.

addmax  

addmax filename

Berechnet ein neues Bild durch Kombination des Bildes im Speicher mit dem Bild **filename**. An jeder Pixelposition wird der neue Wert auf das Maximum des aktuellen Bildes und im Bild **filename** bestimmt

asinh  

```
asinh [-human] stretch [offset]
```

Streckt das Bild mit Hilfe einer hyperbolischen Arcin-Transformation, um schwache Objekte anzuzeigen. Das obligatorische Argument **stretch**, typischerweise zwischen 1 und 1000, definiert die Stärke der Streckung. Der Schwarzpunkt kann durch Angabe des optionalen **offset**-Argumentes im Bereich normalisierter Pixelwerte [0, 1] verschoben werden. Schließlich ermöglicht die option **-human** die Verwendung einer Gewichtung der Lichtempfindlichkeit des menschlichen Auge zur Berechnung der Streckung, statt des einfachen Mittelwertes der Pixelwerte des Kanals. Diese Streckmethode bewahrt die Helligkeit aus dem L*a*b Farbraum

autoghs  

```
autoghs [-linked] shadowclip stretchamount [-b=] [-hp=] [-lp=]
```

Anwendung der verallgemeinerten hyperbolischen Streckung mit einem Symmetriepunkt SP, definiert als $k \cdot \sigma$ vom Median jedes Kanals (der angegebene **shadowclip**-Wert ist hier k und kann negativ sein). Standardmäßig werden SP und die Streckung pro Kanal getrennt berechnet; durch Angabe von **-linked** kann die Streckung als Mittelwert der Kanäle berechnet werden. Der Stretchfaktor **D** wird als zweites, obligatorisches Argument angegeben.

Standardwerte sind 13 für **B**, mit einer starken Fokussierung auf den SP-Helligkeitsbereich, 0,7 für **HP** und 0 für **LP**, können aber mit den gleichnamigen Optionen geändert werden

autostretch  

```
autostretch [-linked] [shadowclip [targetbg]]
```

Streckt das aktuell geladene Bild mit unterschiedlichen Parametern für jeden Kanal (nicht verknüpft), sofern nicht **-linked** übergeben wird. Argumente sind optional, **shadowclip** ist der Schatten-Beschneidungspunkt, gemessen in Sigma-Einheiten von der Spitze des Haupthistogramms (Der Defaultwert ist -2,8), **targetbg** ist der Ziel-Hintergrundwert, der dem Bild seine endgültige Helligkeit gibt. Bereich [0, 1], Defaultwert ist 0,25. Die Defaultwerde werden in der Auto-Stretch-Funktion der grafischen Benutzeroberfläche benutzt.

Verwenden Sie nach der Farbkalibrierung nicht die nicht verknüpfte Version, da sie den Weißabgleich verändert

bg  

```
bg
```

Gibt den Hintergrund-Wert des aktuell geladenen Bildes aus

bgnoise  

```
bgnoise
```

Gibt den Rauschwert des aktuell geladenen Bildes aus

binxy  

```
binxy coefficient [-sum]
```

Berechnet das numerische Binning des geladenen Bildes (Summe der Pixel 2x2, 3x3..., ähnlich dem analogen Binning einer CCD-Kamera). Wenn das optionale Argument **-sum** übergeben wird, wird die Summe der Pixel berechnet, ansonsten der Durchschnitt der Pixel

boxselect  

```
boxselect [-clear] [x y width height]
```

Erzeugt einen Auswahlbereich im aktuell geladenen Bild mit den Argumenten **x**, **y**, **Breite** und **Höhe**, wobei **x** und **y** die Koordinaten der linken oberen Ecke, beginnend bei (0, 0), und **width** und **height** die Größe der Auswahl sind. Das Argument **-clear** löscht jeden Auswahlbereich. Wenn kein Argument übergeben wird, wird die aktuelle Auswahl ausgegeben

calibrate  

```
calibrate sequencename [-bias=filename] [-dark=filename] [-flat=filename] [-cc=dark_
→[siglo sighi] || -cc=bpm bpmfile] [-cfa] [-debayer] [-fix_xtrans] [-equalize_cfa] [-
→opt] [-all] [-prefix=] [-fitseq]
```

Kalibrierung der Sequenz **Sequenzname** unter Verwendung der im Argument angegebenen bias-, dark- und flat-Dateien.

Für Bias kann anstelle eines Bildes ein einheitlicher Wert angegeben werden, indem ein mit einem ==-Zeichen beginnender Anführungszeichenausdruck eingegeben wird, z. B. `-bias=="=256"` oder `-bias=="=64*$OFFSET"` (synthetischer Bias).

Standardmäßig ist die kosmetische Korrektur nicht aktiviert. Wenn Sie eine solche Korrektur wünschen, müssen Sie sie mit der Option **-cc=** angeben.

Sie können **-cc=dark** verwenden, um Hot- und Coldpixel aus dem Masterdark zu erkennen (ein Masterdark muss mit der Option **-dark=** angegeben werden), optional gefolgt von **siglo** und **sighi** für Cold- bzw. Hotpixel. Ein Wert von 0 deaktiviert die Korrektur. Wenn keine Sigmawerte angegeben werden, wird nur die Erkennung von Hotpixeln mit einem sigma von 3 angewendet.

Alternativ können Sie **-cc=bpm** gefolgt von dem Pfad zu Ihrer Bad Pixel Map verwenden, um anzugeben, welche Pixel korrigiert werden müssen. Eine Beispieldatei kann mit einem `find_hot`-Befehl auf einem Masterdark erhalten werden.

Drei Optionen gelten für Farbbilder (im CFA-Format): **-cfa** für kosmetische Korrekturen, **-debayer**, um Bilder vor dem Speichern zu entmosaikisieren, und **-equalize_cfa**, um die mittlere Intensität der RGB-Ebenen des Master-Flats auszugleichen, um eine Färbung des kalibrierten Bildes zu vermeiden.



Die Option **-fix_xtrans** widmet sich X-Trans-Dateien, indem sie eine Korrektur auf Dark- und Biasframes anwendet, um ein rechteckiges Muster zu entfernen welches durch den Autofokus verursacht wird.

Es ist auch möglich, die Anwendung der Darks mit **-opt** zu optimieren, was es erfordert Beide - Bias und Dark-Master - bereitzustellen.

Standardmäßig werden die als ausgeschlossen markierten Bilder nicht verarbeitet. Das Argument **-all** kann verwendet werden, um die Verarbeitung aller Bilder zu erzwingen, auch wenn sie als ausgeschlossen markiert sind.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "pp_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde.

Wenn **-fitseq** angegeben wird, ist die Ausgabesequenz eine FITS-Sequenz (einzelne Datei)

calibrate_single  

```
calibrate_single imagename [-bias=filename] [-dark=filename] [-flat=filename] [-cc=dark_
→[siglo sighi] || -cc=bpm bpmfile] [-cfa] [-debayer] [-fix_xtrans] [-equalize_cfa] [-
→opt] [-prefix=]
```

Kalibriert das Bild **imagename** unter Verwendung der im Argument angegebenen Bias-, Dark- und Flat-Dateien.

Für Bias kann anstelle eines Bildes ein einheitlicher Wert angegeben werden, indem ein mit einem ==-Zeichen beginnender Anführungszeichenausdruck eingegeben wird, z. B. `-bias=="=256"` oder `-bias=="=64*$OFFSET"` (synthetischer Bias).

Standardmäßig ist die kosmetische Korrektur nicht aktiviert. Wenn Sie eine solche Korrektur wünschen, müssen Sie sie mit der Option **-cc=** angeben.

Sie können **-cc=dark** verwenden, um Hot- und Coldpixel aus dem Masterdark zu erkennen (ein Masterdark muss mit der Option **-dark=** angegeben werden), optional gefolgt von **siglo** und **sighi** für Cold- bzw. Hotpixel. Ein Wert von 0

deaktiviert die Korrektur. Wenn keine Sigmawerte angegeben werden, wird nur die Erkennung von Hotpixels mit einem sigma von 3 angewendet.

Alternativ können Sie **-cc=bpm** gefolgt von dem Pfad zu Ihrer Bad Pixel Map verwenden, um anzugeben, welche Pixel korrigiert werden müssen. Eine Beispieldatei kann mit einem *find_hot*-Befehl auf einem Masterdark erhalten werden.

Drei Optionen gelten für Farbbilder (im CFA-Format): **-cfa** für kosmetische Korrekturen, **-debayer**, um Bilder vor dem Speichern zu entmosaikisieren, und **-equalize_cfa**, um die mittlere Intensität der RGB-Ebenen des Master-Flats auszugleichen, um eine Färbung des kalibrierten Bildes zu vermeiden.

Die Option **-fix_xtrans** widmet sich X-Trans-Dateien, indem sie eine Korrektur auf Dark- und Biasframes anwendet, um ein rechteckiges Muster zu entfernen welches durch den Autofokus verursacht wird.

Es ist auch möglich, die Anwendung der Darks mit **-opt** zu optimieren, was es erfordert Beide - Bias und Dark-Master - bereitzustellen.

Der Ausgabedateiname beginnt mit dem Präfix "pp_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde

capabilities  

capabilities

Auflistung der Siril-Fähigkeiten, basierend auf den Kompilierungsoptionen und Laufzeit

catsearch  

catsearch name

Sucht ein Objekt nach **Name** und fügt es dem Benutzerkatalog für Anmerkungen hinzu. Das Objekt wird zunächst in den Beschriftungskatalogen gesucht, wenn es nicht gefunden wird, wird eine Anfrage an SIMBAD gestellt.

The object can be a solar system object, in that case the prefix 'a:' for asteroid, 'p:' for planet or 'c:' for comet is needed, and the search is done for the date and Earth location found in the image's header, using the IMCCE Miriade service

cd  

cd directory

Setzt ein neues aktuelles Arbeitsverzeichnis.

Das Argument **directory** kann das Token ~ enthalten, welches zum Pfad des Heimatverzeichnisses des aktuellen Benutzers erweitert wird. Verzeichnisse mit Leerzeichen im Namen können durch einfache oder doppelte Anführungszeichen geschützt werden

cdg  

cdg

Ermittelt die Koordinaten des Schwerpunkts des Bildes. Nur Pixel mit Werten über 15,7 % der maximalen ADU und vier Nachbarn, die dieselbe Bedingung erfüllen, werden zur Berechnung herangezogen, und es wird nur berechnet, wenn es mindestens 50 davon gibt

clahe  

clahe cliplimit tileSize

Gleicht das Histogramm eines Bildes mit Hilfe der Kontrastbegrenzten Adaptiven Histogrammangleichung (CLAHE) aus.

cliplimit legt den Schwellenwert für die Kontrastbegrenzung fest.

tilesize legt die Größe des Rasters für die Histogramm-Angleichung fest. Das Eingabebild wird in rechteckige Kacheln gleicher Größe unterteilt

clear  

clear

Leert die Konsolenausgabe in der Benutzeroberfläche

clearstar  

clearstar

Entfernt alle Sterne die im RAM gespeichert und auf dem Bildschirm angezeigt sind

close  

close

Schließt das geöffnete Bild und die geöffnete Sequenz ordnungsgemäß, falls vorhanden

convert  

convert basename [-debayer] [-fitseq] [-ser] [-start=index] [-out=]

Konvertiert alle Bilder des aktuellen Arbeitsverzeichnisses, die in einem unterstützten Format vorliegen, in eine Siril-Sequenz von FITS-Bildern (mehrere Dateien) oder eine FITS-Sequenz (einzelle Datei), wenn **-fitseq** angegeben wird, oder eine SER-Sequenz (einzelle Datei), wenn **-ser** angegeben wird. Das Argument **basename** ist der Basisname der neuen Sequenz, Zahlen und die Erweiterung werden dahinter gesetzt.

Bei FITS-Bildern versucht Siril, einen symbolischen Link zu erstellen; ist dies nicht möglich, werden die Dateien kopiert. Die Option **-debayer** wendet Debayering auf CFA(Farb-)Eingabebilder an; in diesem Fall wird kein symbolischer Link erstellt.

-start=index setzt die Startindexnummer, nützlich um eine bestehende Sequenz fortzusetzen (wird nicht mit -fitseq oder -ser verwendet; stellen Sie sicher, dass Sie die Ziel-.seq entfernen oder löschen, falls sie in diesem Fall existiert). Die Option **-out=** ändert das Ausgabeverzeichnis zum angegebenen Argument.

Siehe auch CONVERTRAW und LINK

Verweise: [convertraw](#), [link](#)

convertraw  

convertraw basename [-debayer] [-fitseq] [-ser] [-start=index] [-out=]

Identisch mit CONVERT, konvertiert jedoch nur DSLR-RAW-Dateien, die im aktuellen Arbeitsverzeichnis gefunden werden

Verweise: [convert](#)

cosme  

```
cosme [filename].lst
```

Wendet den lokalen Mittelwert auf eine Gruppe von Pixeln des gespeicherten Bildes an (kosmetische Korrektur). Die Koordinaten dieser Pixel befinden sich in einer Text-Datei [.lst-Datei]. Der Befehl FIND_HOT kann auch für einzelne Hotpixel verwendet werden, aber es ist eine manuelle Bedienung erforderlich, um Zeilen oder Spalten zu entfernen. COSME ist in der Lage, nach der Kalibrierung verbleibende heiße und kalte Pixel zu korrigieren.

Anstatt die Liste der schlechten Pixel zu liefern, ist es auch möglich, sie im aktuellen Bild mit dem Befehl FIND_COSME aufzuspüren

Verweise: [find_hot](#), [find_cosme](#)

cosme_cfa  

```
cosme_cfa [filename].lst
```

Gleiche Funktion wie COSME, jedoch für RAW-CFA-Bilder

Verweis: [cosme](#)

crop  

```
crop [x y width height]
```

Beschneidet einen ausgewählten Bereich des geladenen Bildes.

Falls eine Auswahl aktiv ist, sind keine weiteren Argumente erforderlich. Andernfalls oder in Skripten müssen Argumente angegeben werden, wobei **x** und **y** die Koordinaten der linken oberen Ecke und **width** und **height*** die Größe der Auswahl sind. Alternativ kann die Auswahl auch mit dem BOXSELECT-Befehl im geladenen Bild getroffen werden

Links: [boxselect](#)

ddp  

```
ddp level coef sigma
```

Führt eine DDP (Digital Development Processing) durch, wie sie zuerst von Kunihiko Okano beschrieben wurde. Diese Implementierung ist diejenige, die in IRIS beschrieben wird.

Sie kombiniert eine lineare Verteilung auf niedrige Niveaus (unter **level**) und eine nicht-lineare Verteilung auf hohe Niveaus.

Es verwendet einen Gauß-Filter mit der Standardabweichung **sigma** und multipliziert das resultierende Bild mit **coef**. Typische Werte für **sigma** liegen zwischen 0,7 und 2. Das Argument **level** sollte bei 16-Bit-Bildern im Bereich [0, 65535] liegen und kann bei 32-Bit-Bildern entweder im Bereich [0, 1] oder [0, 65535] angegeben werden; in diesem Fall wird es automatisch skaliert

denoise  

```
denoise [-nocosmetic] [-mod=m] [ -vst | -da3d | -sos=n [-rho=r] ] [-indep]
```

Entrauscht das Bild mit dem von *Lebrun, Buades und Morel* <<https://www.ipol.im/pub/art/2013/16>> beschriebenen Algorithmus.

Es wird dringend empfohlen, vor der Entrausung eine kosmetische Korrektur auszuführen, um Salz- und Pfefferrauschen zu entfernen. Wenn die jedoch bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Arbeitsablauf erfolgt ist, kann es hier mit dem optionalen Befehl **-nocosmetic** deaktiviert werden.

Ein optionales Argument **-mod=m** kann angegeben werden, wobei $0 \leq m \leq 1$. Das Ausgabepixel wird dann $out = m \times d + (1 - m) \times in$ berechnet, wobei d der entrauschte Pixelwert ist. Bei einem Modulationswert von 1 wird keine Modulation angewendet. Wird der Parameter nicht angegeben, wird er standardmäßig auf 1 gesetzt.

Das optionale Argument **-vst** kann verwendet werden, um die verallgemeinerte Varianzstabilisierende Anscombe-Transformation (Generalised Anscombe Variance Stabilizing Transform) vor NL-Bayer anzuwenden. Dies ist nützlich bei photonenarmen Bildern, wie z.B. Einzelbildern, bei denen das Rauschen einer Poisson- oder Poisson-Gauß-Verteilung folgt und nicht primär gaußförmig ist. Es kann nicht in Verbindung mit DA3D oder SOS verwendet werden, und für die Entrausung von gestackten Bildern ist es in der Regel nicht von Vorteil.

Mit dem optionalen Argument **-da3d** kann die datenadaptive Dual-Domain-Entrausung (DA3D) als letzter Entrauschungsalgorithmus aktiviert werden. Dabei wird die Ausgabe von BM3D als Vorgabe zur Verfeinerung der Rauschunterdrückung verwendet. Das verbessert die Detailwiedergabe und reduziert Treppenartefakte.

Das optionale Argument **-sio=n** kann verwendet werden, um das iterative Denoise-Boosting nach dem SOS-Prinzip (Strengthen-Operate-Subtract) zu aktivieren, wobei die Anzahl der Iterationen durch *n* festgelegt wird. Dieser Booster kann insbesondere dann bessere Ergebnisse liefern, wenn der NL-Bayes-Algorithmus ohne Booster Artefakte im Hintergrundbereich erzeugt. Wenn sowohl **-da3d** als auch **-sos=n** angegeben sind, gilt die zuletzt angegebene Option.

Das optionale Argument **-rho=r** kann angegeben werden, wobei $0 < r < 1$. Dies wird vom SOS-Booster verwendet, um den Anteil des verrauschten Bildes zu bestimmen, der dem Zwischenergebnis zwischen den einzelnen Iterationen hinzugefügt wird. Wenn **-sos=n** nicht angegeben wird, wird der Parameter ignoriert.

Standardmäßig werden DA3D oder SOS nicht angewendet, da die Verbesserung der Rauschunterdrückung in der Regel relativ gering ist und diese Techniken zusätzliche Verarbeitungszeit erfordern.

In sehr seltenen Fällen können bei der Entrauschung von Farbbildern blockartige Farbartefakte in der Ausgabe entstehen. Das optionale Argument **-indep** kann verwendet werden, um dies zu verhindern, indem jeder Kanal separat entrauscht wird. Dies ist zwar langsamer, beseitigt aber die Artefakte

dir  

dir

Listet Dateien und Verzeichnisse im Arbeitsverzeichnis auf

Dieser Befehl ist nur unter Microsoft Windows verfügbar, für den entsprechenden Befehl unter Linux und MacOS siehe [*ls*](#).

addmax  

dumpheader

Zeigt den FITS-Header-Wert für den angegebenen Schlüssel des geladenen Bildes in der Konsole an

entropy  

entropy

Berechnet die Entropie des geladenen Bildes für den dargestellten Layer, aber nur im Auswahlbereich - sofern einer vorhanden ist - ansonsten im Gesamtbild. Entropie ist eine Möglichkeit, den Rauschpegel oder den Detail-Grad eines Bildes zu bestimmen

exit  

exit

Beendet das Programm

extract  

extract NbPlans



Extrahiert **NbPlans** Ebenen der Wavelet-Domäne des geladenen Bildes
Siehe auch WAVELET und WRECONS. Für Farbextraktion, siehe SPLIT

Verweise: *wavelet*, *wrecons*, *split*

extract_Green  

extract_Green

Extrahiert das grüne Signal aus dem geladenen CFA-Bild. Es liest die Bayer-Matrix-Informationen aus dem Bild oder den Voreinstellungen und exportiert nur die gemittelten Grünfilterdaten als neue, halbgroße FITS-Datei. Es wird eine neue Datei erstellt, deren Name mit dem Präfix "Green_" beginnt

extract_Ha  

extract_Ha

Extrahiert das H-Alpha-Signal aus dem geladenen CFA-Bild. Es liest die Bayer-Matrix-Informationen aus dem Bild oder den Voreinstellungen und exportiert nur die gemittelten Rotfilterdaten als neue, halbgroße FITS-Datei. Es wird eine neue Datei erstellt, deren Name mit dem Präfix "Ha_" beginnt

extract_HaOIII  

extract_HaOIII [-resample=]

Extrahiert das H-Alpha und O-III-Signal aus dem geladenen CFA-Bild. Es liest die Bayer-Matrix-Informationen aus dem Bild oder den Voreinstellungen und exportiert nur die Rotfilterdaten als H-Alpha als neue, halbgroße FITS-Datei (Wie EXTRACTHA) und behält die beiden Anderen für OIII mit einem interpolierten Wert für die roten Pixel . Es werden neue Dateien erstellt, deren Name mit dem Präfix "Ha_" und "OIII_" beginnt

Das optionale Argument **-resample={ha|oiii}** legt fest, ob das Ha-Bild hoch- oder das OIII-Bild herunterskaliert werden soll um Bilder mit der selben Größe zu erhalten. Wenn dieses Argument nicht angegeben wird, wird kein Resampling durchgeführt und das OIII-Bild hat die doppelte Höhe und Breite des Ha-Bildes

fdiv  

fdiv filename scalar

Dividiert das geladene Bild durch das im Argument angegebene Bild. Das resultierende Bild wird mit dem Wert des Arguments **scalar** multipliziert. Siehe auch IDIV

Verweis: [idiv](#)

ffill  

ffill value [x y width height]

Gleicher Befehl wie "FILL", aber es wird symmetrisch in einem mit der Maus oder dem Befehl BOXSELECT definierten Bereich ausgeführt. Findet Verwendung im Bereich der FFT (Fast Fourier Transformation)

Verweise: *fill*, *boxselect*

fftd  

```
fftd modulus phase
```

Wendet eine Fast-Fourier-Transformation auf das geladene Bild an. **modulus** und **phase**, die im Argument angegeben sind, sind die Dateinamen der gespeicherten FITS-Dateien

fft  



```
fft modulus phase
```

Ermittelt ein korrigiertes Bild unter Anwendung einer inversen Transformation. Als **modulus** und **phase** werden die Dateien verwendet, die im Argument angegeben werden. Das Ergebnis wird als neues geladenes Bild angezeigt

fill  



```
fill value [x y width height]
```

Füllt das gesamte geladene Bild (oder die aktuelle Auswahl) mit Pixeln, die den **Wert** Intensität, ausgedrückt in ADU, haben

find_cosme  

```
find_cosme cold_sigma hot_sigma
```

Führt eine automatische Erkennung heißer/kalter Pixel anhand der angegebenen Schwellwerte (ins Sigma-Einheiten) durch

find_cosme_cfa  

```
find_cosme_cfa cold_sigma hot_sigma
```

Gleicher Befehl wie FIND_COSME, aber für CFA-Bilder

Verweis: [find_cosme](#)

find_hot  

```
find_hot filename cold_sigma hot_sigma
```

Speichert eine Listendatei **filename** (Textformat) im Arbeitsverzeichnis, die die Koordinaten der Pixel enthält, die eine Intensität **hot_sigma** mal höher und **cold_sigma** mal niedriger als die vom geladenen Bild extrahierte Standardabweichung haben. Wir benutzen diesen Befehl generell bei einer Master-Dark-Datei. Der Befehl COSME kann diese Liste fehlerhafter Pixel auf ein geladenes Bild anwenden, siehe auch SEQCOSME, um sie auf eine Sequenz anzuwenden

Verweise: [cosme](#), [seqcosme](#)

Die Zeile **P x y type** korrigiert das Pixel an den Koordinaten (x, y) type ist ein optionales Zeichen (C oder H), das Siril angibt, ob das aktuelle Pixel kalt oder heiß ist. Diese Zeile wird durch den Befehl FIND_HOT erzeugt, aber Sie können auch manuell Zeilen hinzufügen:

Die Zeile **C x 0 type** behebt die fehlerhafte Spalte an den Koordinaten x.

Die Zeile **L y 0 type** behebt die fehlerhafte Linie an den Koordinaten y.

findstar  

```
findstar [-out=] [-layer=] [-maxstars=]
```

Erkennt Sterne im aktuell geladenen Bild, die einen höheren Pegel als den von Siril berechneten Schwellenwert haben. Abschließend wird eine PSF angewendet, und Siril weist alle erkannten Strukturen zurück, die eine Reihe von vorgegebenen Erkennungskriterien nicht erfüllen, die mit dem Befehl SETFINDSTAR eingestellt werden können. Schließlich wird eine Ellipse um die erkannten Sterne gezogen.

Der optionale Parameter **-out=** ermöglicht es, die Ergebnisse unter dem angegebenen Pfad zu speichern.
 Die Option **-layer=** gibt die Ebene an, auf der die Erkennung durchgeführt wird (nur für Farbbilder).
 Sie können auch die maximale Anzahl der erkannten Sterne begrenzen, indem Sie der Option **-maxstars=** einen Wert übergeben.

Siehe auch den Befehl CLEARSTAR

Verweise: *psf*, *setfindstar*, *clearstar*

fix_xtrans  

fix_xtrans

Behebt die Fujifilm X-Trans Autofokus-Pixel. im geladenen Bild.

Aufgrund des Phasenerkennungs-Autofokussystems erhalten die für den Autofokus verwendeten Sensorzellen etwas weniger Licht als die umliegenden Sensorzellen. Die Kamera gleicht dies aus und erhöht die Werte dieser speziellen Sensorzellen, was zu einem sichtbaren Quadrat in der Mitte der dunklen/Bias-Bilder führt

fixbanding  

fixbanding amount sigma [-vertical]

Versucht das horizontale oder vertikale Banding im geladenen Bild zu entfernen.

Mit dem Argument **amount** wird die Höhe der Korrektur zwischen 0 und 4 festgelegt.

sigma definiert das Highlight-Schutzniveau des Algorithmus, wobei ein höheres Sigma einen höheren Schutz bietet, der zwischen 0 und 5 liegt. Werte von 1 und 1 sind oft gut genug.

Die Option **-vertical** ermöglicht das Entfernen von vertikalem Banding, die Standardeinstellung ist horizontal

fmedian  

fmedian ksize modulation

Führt einen Medianfilter der Größe **ksize** x **ksize** (**ksize** MUSS ungerade sein) auf das geladene Bild mit einem Modulationsparameter **modulation** aus.

Das Ausgabepixel wird wie folgt berechnet: $\text{out} = \text{mod} \times m + (1 - \text{mod}) \times \text{in}$, wobei m der Median-gefilterte Pixelwert ist. Bei einem Modulationswert von 1 wird keine Modulation angewendet

fmul  

```
fmul scalar
```

Multipliziert das geladene Bild mit dem im Argument **scalar** angegebenen Wert

gauss  

```
gauss sigma
```

Führt einen Gauß-Filter mit dem angegebenen **sigma** auf dem geladenen Bild aus.

Siehe auch UNSHARP, dasselbe mit einem Blendingparameter

Verweise: *unsharp*

get  

```
get { -a | -A | variable }
```

Holt einen Wert aus den Einstellungen anhand seines Namens oder listet alle mit **-a** (Liste mit Namen und Werten) oder mit **-A** (detaillierte Liste) auf

Siehe auch SET um Werte zu ändern

Verweise: *set*

setref  `getref sequencename`

Legt das Referenzbild der im ersten Argument angegebenen Sequenz fest. Das erste Bild hat den Index 0

ght  `ght -D= [-B=] [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] [channels]`

Verallgemeinerte hyperbolische Streckung (Generalized Hyperbolic Stretch) auf der Grundlage der Arbeit des Teams von ghsastro.co.uk.

Das Argument **-D=** bestimmt die Stärke der Streckung, die zwischen 0 und 10 liegt. Dies ist das einzige obligatorische Argument. Mit den folgenden optionalen Argumenten kann die Streckung weiter angepasst werden:

B bestimmt die Intensität der Streckung in der Nähe des Symmetriepunktes, zwischen -5 und 15;

LP definiert einen schattenerhaltenden Bereich zwischen 0 und SP, in dem die Streckung linear erfolgt und die Schattendetails erhalten bleiben;

SP definiert den Symmetriepunkt der Streckung, der zwischen 0 und 1 liegt und an dem die Streckung am stärksten ist;

HP definiert einen Bereich zwischen HP und 1, in dem die Streckung linear erfolgt, wodurch die Details der Glanzlichter erhalten bleiben und eine Aufblähung der Sterne verhindert wird.

Wenn B, LP und SP weggelassen werden, ist der Standardwert 0,0 und bei HP ist der Standardwert 1,0.

Ein optionales Argument (entweder **-human**, **-even** oder **-independent**), kann übergeben werden, um entweder menschlich-gewichtete oder gleichmäßig gewichtete Luminanz oder unabhängige Farbkanäle für Farbstreckungen auszuwählen. Das Argument wird bei Monobildern ignoriert. Alternativ gibt das Argument **-sat** an, dass die Streckung anhand der Bildsättigung erfolgt - das Bild muss farbig sein und alle Kanäle müssen ausgewählt sein, damit dies funktioniert.

Optional kann der Parameter **[channels]** verwendet werden, um die Kanäle anzugeben, auf die die Streckung angewendet werden soll: dies können R, G, B, RG, RB oder GB sein. Die Standardeinstellung ist alle Kanäle

grey_flat  `grey_flat`

Gleicht die mittlere Intensität der RGB-Ebenen im geladenen CFA-Bild aus. Dies ist derselbe Vorgang, der bei der Kalibrierung bei Flats angewendet wird, wenn die Option „CFA ausgleichen“ verwendet wird

help  

```
help [command]
```

Auflistung der verfügbaren Befehle oder Hilfe zu einem Befehl

histo  

```
histo channel (channel=0, 1, 2 with 0: red, 1: green, 2: blue)
```

Berechnet das Histogramm des Layers **layer** des geladenen Bildes und erzeugt die Datei histo_[Kanalname].dat im Arbeitsverzeichnis.

layer = 0, 1 oder 2 mit 0=rot, 1=grün, 2=blau

iadd  

```
iadd filename
```

Addiert das Bild **filename** zum geladenen Bild.

Das Ergebnis wird ein Bild mit 32 Bit pro Kanal sein, wenn dies in den Einstellungen erlaubt ist

idiv  

```
idiv filename
```

Teilt das geladene Bild im Speicher durch das im Argument **Dateiname** angegebene Bild.

Das Ergebnis wird ein Bild mit 32 Bit pro Kanal sein, wenn dies in den Einstellungen erlaubt ist.

Siehe auch FDIV

Verweis: [*fdiv*](#)

imul  

```
imul filename
```

Multipliziert das geladene Bild im Speicher mit dem im Argument **Filename** angegebenen Bild.
Das Ergebnis wird ein Bild mit 32 Bit pro Kanal sein, wenn dies in den Einstellungen erlaubt ist

inspector  

```
inspector
```


Teilt das aktuelle Bild in ein Neun-Panel-Mosaik, das die Bildecken und die Mitte für eine genauere Betrachtung zeigt (nur GUI/Benutzeroberfläche)

invght  

```
invght -D= [-B=] [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] [channels]
```

Kehrt eine generalisierte hyperbolische Streckung um. Es bietet die umgekehrte Transformation von GHT. Wenn es mit denselben Parametern versehen wird, macht es einen GHT-Befehl rückgängig und kehrt möglicherweise zu einem linearen Bild zurück. Es kann für Negativbilder auch auf die identische Weise wie GHT funktionieren

Verweise: [ght](#)

invmodasinh  

```
invmodasinh -D= [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] [channels]
```

Kehrt eine modifizierte Arcsinh-Streckung um. Es bietet die umgekehrte Transformation von MODASINH. Wenn es mit denselben Parametern versehen wird, macht es einen MODASINH-Befehl rückgängig und kehrt möglicherweise zu einem linearen Bild zurück. Es kann auch bei Negativbildern auf die gleiche Weise wie MODASINH funktionieren

Verweise: [modasinh](#)

invmtf  

```
invmtf low mid high [channels]
```

Kehrt eine Mitteltonübertragungsfunktion um. Es bietet die umgekehrte Transformation von MTF. Wenn es mit denselben Parametern versehen wird, macht es einen MTF-Befehl rückgängig und kehrt möglicherweise zu einem linearen Bild zurück. Es kann bei Negativbildern auch auf die gleiche Weise wie MTF funktionieren

Verweis: [mtf](#)

isub  

```
isub filename
```

Subtrahiert das geladene Bild im Speicher von dem im Argument **filename** angegebenen Bild.



Das Ergebnis wird ein Bild mit 32 Bit pro Kanal sein, wenn dies in den Einstellungen erlaubt ist, es können also negative Werte gespeichert werden. Um negative Werte zu beschneiden, verwenden Sie 16 Bit Ausgangsbilder oder beschneiden Sie die Bilder mit dem THRESHLO-Befehl

Verweis: [threshlo](#)

jsonmetadata  

```
jsonmetadata FITS_file [-stats_from_loaded] [-nostats] [-out=]
```

Gibt Metadaten und Statistiken des aktuell geladenen Bildes in JSON-Form aus. Der Dateiname ist erforderlich, auch wenn das Bild bereits geladen ist. Bilddaten dürfen nicht aus der Datei gelesen werden, wenn es sich um das aktuell geladene Bild handelt und die Option **-stats_from_loaded** übergeben wird. Die Statistik kann mit der Option **-nostats** deaktiviert werden. Eine Datei mit den JSON-Daten wird mit dem Standard-Dateinamen "\$(**FITS_file**_without_ext).json" erstellt und kann mit der Option **-out=** geändert werden

light_curve  

```
light_curve sequencename channel [-autoring] { -at=x,y | -wcs=ra,dec } { -refat=x,y | -
↪refwcs=ra,dec } ...
light_curve sequencename channel [-autoring] -ninastars=file
```

Analysiert mehrere Sterne mit der Aperturphotometrie in einer Bildsequenz und erstellt eine Lichtkurve für einen Stern, die durch die anderen kalibriert wird. Die ersten Koordinaten, in Pixeln, wenn **-at=** verwendet wird, oder in Grad, wenn **-wcs=** verwendet wird, sind für den Stern, dessen Licht aufgezeichnet werden soll, die anderen für die Vergleichssterne.

Alternatively, a list of target and reference stars can be passed in the format of the NINA exolpanet plugin star list, with the **-ninastars=** option. Siril will verify that all reference stars can be used before actually using them. A data file is created in the current directory named `light_curve.dat`, gnuplot plots the result to a PNG image if available

Die Ringradien für die Blendenphotometrie können entweder in den Einstellungen konfiguriert werden oder auf einen Faktor der FWHM des Referenzbildes gesetzt werden, wenn **-autoring** übergeben wird.

Siehe auch `SEQPSF` für Operationen an einem einzelnen Stern

Verweis: [*seqpsf*](#)

linear_match  

```
linear_match reference low high
```

Berechnet eine lineare Funktion zwischen einem **reference**-Bild und dem geladenen Bild im Speicher und wendet sie an.

Der Algorithmus ignoriert alle Referenzpixel, deren Werte außerhalb des Bereichs [**low**, **high**] liegen

link  

```
link basename [-date] [-start=index] [-out=]
```

Identisch mit `CONVERT`, konvertiert jedoch nur FITS-Dateien, die im aktuellen Arbeitsverzeichnis gefunden werden. Dies ist nützlich, um Konvertierungen von JPEG-Ergebnissen oder anderen Dateien zu vermeiden, die möglicherweise im Verzeichnis landen. Das zusätzliche Argument **-date** ermöglicht die alphanumerische Sortierung von Dateien nach ihrem DATE-OBS-Wert statt nach ihrem Namen

Verweise: [*convert*](#)

linstretch  

```
linstretch -BP= [-sat] [channels]
```

Streckt das Bild linear auf einen neuen Schwarzpunkt BP.

Optional kann der Parameter **[channels]** verwendet werden, um die Kanäle anzugeben, auf die die Streckung angewendet werden soll: dies können R, G, B, RG, RB oder GB sein. Die Standardeinstellung ist alle Kanäle

Optional kann der Parameter **-sat** verwendet werden, um die lineare Streckung auf den Bildsättigungskanal anzuwenden. Dieses Argument funktioniert nur, wenn alle Kanäle ausgewählt sind

livestack  

```
livestack filename
```

Verarbeitet das bereitgestellte Bild für das Live-Stacking. Nur nach START_LS möglich. Der Prozess umfasst das Kalibrieren der eingehenden Datei, sofern in START_LS konfiguriert, das Debayern, wenn es sich um ein OSC-Image handelt, das Registrieren und Stacken. Das temporäre Ergebnis wird in der Datei live_stack_00001.fit gespeichert, bis eine neue Option zum Ändern hinzugefügt wird

Verweis: [start_ls](#)

load  

```
load filename[.ext]
```

Lädt das Bild **filename** aus dem aktuellen Arbeitsverzeichnis, welches dann das aktuell geladene Bild wird welches in vielen Einzelbildbefehlen verwendet wird.

Es wird zuerst versucht **filename**, dann **filename.fit**, abschließend **filename.fits** und anschließend alle unterstützten Bildformate zu laden.

Dieses Schema ist auf jeden Siril-Befehl anwendbar, der das Lesen von Dateien beinhaltet

log  

log

Berechnet eine logarithmische Skalierung und wendet sie auf das geladene Bild an, indem die folgende Formel verwendet wird: $\log(1 - (\text{Wert} - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min}))$, wobei **Min** und **Max** der minimale und maximale Pixelwert für den Kanal sind

ls  

ls

Listet Dateien und Verzeichnisse im Arbeitsverzeichnis auf

Dieser Befehl ist nur auf Unix-ähnlichen Systemen verfügbar. Für den entsprechenden Befehl unter Microsoft Windows siehe [dir](#).

makepsf  

```
makepsf clear
makepsf load filename
makepsf save [filename]
makepsf blind [-l0] [-si] [-multiscale] [-lambda=] [-comp=] [-ks=] [-savepsf=]
makepsf stars [-sym] [-ks=] [-savepsf=]
makepsf manual { -gaussian | -moffat | -disc | -airy } [-fwhm=] [-angle=] [-ratio=] [-
beta=] [-dia=] [-fl=] [-wl=] [-pixelsize=] [-obstruct=] [-ks=] [-savepsf=]
```

Erzeugt eine PSF zur Verwendung mit der Dekonvolution, eine der drei Methoden die durch die Befehle RL, SB oder WIENER erstellt werden. Als erstes Argument muss eine der folgenden Optionen angegeben werden: **clear** (löscht die vorhandene PSF), **load** (lädt eine PSF aus einer Datei), **save** (speichert die aktuelle PSF), **blind** (blinde Schätzung der PSF), **stars** (erzeugt eine PSF auf der Grundlage von gemessenen Sternen aus dem Bild) oder **manual** (erzeugt eine PSF manuell auf der Grundlage einer Funktion und von Parametern).

Bei Verwendung des Arguments **clear** sind keine zusätzlichen Argumente erforderlich.

Um ein zuvor gespeichertes PSF zu laden, benötigt das Argument **load** den PSF-Dateinamen als zweites Argument. Dieser kann in jedem beliebigen Format vorliegen, für das Siril kompiliert wurde, muss aber quadratisch sein und sollte idealerweise eine ungerade Seitenlänge haben.

Zum Speichern des aktuellen PSF wird das Argument **save** verwendet. Optional kann ein Dateiname angegeben werden (dieser muss eine der Erweiterungen ".fit", ".fits", ".fts" oder ".tif" haben), wird jedoch keiner angegeben, so wird das PSF anhand des Namens der geöffneten Datei oder Sequenz benannt.

Für **blind** können die folgenden optionalen Argumente angegeben werden: **-l0** verwendet die l0-Abstiegsmethode, **-si** verwendet die Methode der spektralen Unregelmäßigkeit, **-multiscale** konfiguriert die l0-Methode für eine PSF-Schätzung mit mehreren Skalierungen, **-lambda=** gibt die Regularisierungskonstante an.

Für PSF von gefundenen Sternen ist der einzige optionale Parameter **-sym**, mit dem die PSF als symmetrisch konfiguriert wird.

Für eine manuelle PSF muss eine der Optionen **-gaussian**, **-moffat**, **-disc** oder **-airy** angegeben werden, um die PSF-Funktion zu spezifizieren. Für Gauß- oder Moffat-PSFs können die optionalen Argumente **-fwhm=**, **-angle=** und **-ratio=** angegeben werden. Für Moffat-PSFs kann auch das optionale Argument **-beta=** angegeben werden. Wenn diese Werte nicht angegeben werden, werden die gleichen Werte wie im Dekonvolutionsdialog verwendet. Für Scheiben-PSFs ist nur das Argument **-fwhm=** erforderlich, das für diese Funktion verwendet wird, um den Durchmesser der PSF festzulegen. Für Airy-PSFs (Beugungsscheibchen) können die folgenden Argumente angegeben werden: **-dia=** (legt den Durchmesser der Teleskopöffnung fest), **-fl=** (legt die Teleskopbrennweite fest), **-wl=** (legt die Wellenlänge fest, für die das Airy-Beugungsmuster berechnet werden soll), **-pixelsize=** (legt die Sensorpixelgröße fest), **-obstruct=** (legt die zentrale Obstruktion als Prozentsatz der Gesamtöffnung fest). Wenn diese Parameter nicht angegeben werden, ist die Wellenlänge standardmäßig 525 nm und die zentrale Obstruktion standardmäßig 0 %. Siril versucht, die anderen Parameter aus dem geöffneten Bild auszulesen, aber manche Bildbearbeitungsprogramme stellen möglicherweise nicht alle Parameter zur Verfügung, so dass Sie schlechte Ergebnisse erhalten. Sie werden aus Erfahrung lernen, welche Metadaten Sie bei Ihrer speziellen Bildbearbeitungssoftware getrost weglassen können.

Für jede der oben genannten Optionen zur PSF-Erzeugung kann das optionale Argument **-ks=** angegeben werden, um die PSF-Dimension festzulegen, und das optionale Argument **-savepsf=filename** kann verwendet werden, um das erzeugte PSF zu speichern: ein Dateiname muss angegeben werden, und es gelten dieselben Anforderungen an die Dateinamenerweiterung wie für **makepsf save filename**

Verweise: [psf](#), [rl](#), [sb](#), [wiener](#)

merge  

```
merge sequence1 sequence2 [sequence3 ...] output_sequence
```

Führt mehrere Sequenzen desselben Typs (FITS-Bilder, FITS-Sequenz oder SER) und derselben Bildeigenschaften zu einer neuen Sequenz mit dem Basisnamen **newseq** zusammen, die im aktuellen Arbeitsverzeichnis erstellt wird. Die Eingabesequenzen können sich in verschiedenen Verzeichnissen befinden, können entweder als absoluter oder relativer Pfad angegeben werden, mit dem exakten .seq-Namen oder nur mit dem Basisnamen mit oder ohne das nachgestellte '_'

merge_cfa  `merge_cfa file_CFA0 file_CFA1 file_CFA2 file_CFA3 bayerpattern`

Erzeugt ein Bayer-Farbbild aus 4 separaten Bildern, die die Daten der Bayer-Unterkanäle CFA0, CFA1, CFA2 und CFA3 enthalten. (Der entsprechende Befehl zur Aufteilung des CFA-Musters in Unterkanäle lautet **split_cfa**). Diese Funktion kann als Teil eines Arbeitsablaufs verwendet werden, bei dem die einzelnen Bayer-Farbkanäle vor dem Debayern verarbeitet werden. Der fünfte Parameter **bayerpattern** gibt das Bayer-Matrixmuster an, das neu erstellt werden soll: *bayerpattern* sollte einer der Werte 'RGGB', 'BGGR', 'GRBG' oder 'GBRG' sein

mirrorx  `mirrorx [-bottomup]`

Spiegelt das Bild um die horizontale Achse. Die Option **-bottomup** spiegelt das Bild nur, wenn es nicht bereits "von-unten-nach-oben" ist

mirrorx_single  `mirrorx_single image`

Spiegelt das Bild bei Bedarf um die horizontale Achse (wenn es nicht bereits von unten nach oben ausgerichtet ist). Verwendet den Bilddateinamen als Argument, wodurch das Lesen von Bilddaten vollständig vermieden werden kann, wenn keine Spiegelung erforderlich ist. Das Bild wird überschrieben, falls eine Spiegelung durchgeführt wurde

mirrory  `mirrory`

Spiegelt das Bild um die vertikale Achse

modasinh  

```
modasinh -D= [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] [channels]
```

Modifizierte ArcSinH-Streckung auf der Grundlage der Arbeit des Teams von ghsastro.co.uk.

Das Argument **-D=** bestimmt die Stärke der Streckung, die zwischen 0 und 10 liegt. Dies ist das einzige obligatorische Argument. Mit den folgenden optionalen Argumenten kann die Streckung weiter angepasst werden:

LP definiert einen schattenerhaltenden Bereich zwischen 0 und SP, in dem die Streckung linear erfolgt und die Schattendetails erhalten bleiben;

SP definiert den Symmetriepunkt der Streckung, der zwischen 0 und 1 liegt und an dem die Streckung am stärksten ist;

HP definiert einen Bereich zwischen HP und 1, in dem die Streckung linear erfolgt, wodurch die Details der Glanzlichter erhalten bleiben und eine Aufblähung der Sterne verhindert wird.

Ohne diese Angabe haben LP und SP den Standardwert 0,0 und HP den Standardwert 1,0.

Ein optionales Argument (entweder **-human**, **-even** oder **-independent**), kann übergeben werden, um entweder menschlich-gewichtete oder gleichmäßig gewichtete Luminanz oder unabhängige Farbkanäle für Farbstreckungen auszuwählen. Das Argument wird bei Monobildern ignoriert. Alternativ gibt das Argument **-sat** an, dass die Streckung anhand der Bildsättigung erfolgt - das Bild muss farbig sein und alle Kanäle müssen ausgewählt sein, damit dies funktioniert.

Optional kann der Parameter **[channels]** verwendet werden, um die Kanäle anzugeben, auf die die Streckung angewendet werden soll: dies können R, G, B, RG, RB oder GB sein. Die Standardeinstellung ist alle Kanäle

mtf  

```
mtf low mid high [channels]
```

Wendet die Mittelton-Übertragungsfunktion auf das aktuell geladene Bild an.

Es werden drei Parameter benötigt: **low**, **midtones** und **high**, wobei der Parameter für die Mitteltonbalance eine nichtlineare Histogrammstreckung im Bereich [0,1] definiert. Für eine automatische Ermittlung der Parameter siehe AUTOSTRETCH.

Optional kann der Parameter **[channels]** verwendet werden, um die Kanäle anzugeben, auf die die Streckung angewendet werden soll: dies können R, G, B, RG, RB oder GB sein. Die Standardeinstellung ist alle Kanäle

Verweise: [*autostretch*](#)

neg  

neg

Ändert die Pixelwerte des aktuell geladenen Bildes in eine negative Ansicht. Beispielsweise "1-value" für 32-Bit, "65535-value" für 16-Bit. Dies ändert nicht den Anzeigemodus

new  

new width height nb_channel

Erstellt eine neue, schwarze Bilddatei der Größe **width** x **height**.

Das Bild ist im 32-Bit-Format und enthält **nb_channel** Kanäle, wobei **nb_channel** 1 oder 3 ist. Es wird nicht gespeichert, sondern wird zum geladenen Bild, das angezeigt wird und anschließend gespeichert werden kann

nomad  

nomad [limit_magnitude] [-catalog=] [-photo]

Displays stars from the local catalog by default, for the loaded plate solved image, in GUI only, down to the provided **limit_magnitude** (13 by default).

An alternate online catalog can be specified with **-catalog=**, taking values tycho2, nomad, gaia, ppmxl, brightstars, apass.

Stars with no B-V information will be kept; they can be excluded by passing **-photo**

nozero  

nozero level

Ersetzt Null-Werte durch **level**-Werte. Das ist sinnvoll vor einer idiv- oder fdiv-Operation, besonders für 16-Bit-Bilder

offset  

```
offset value
```

Addiert den konstanten Wert **value** (angegeben in ADU) zum aktuellen Bild. Diese Konstante kann auch einen negativen Wert haben.

Im 16-Bit-Modus werden die Werte von Pixeln, die außerhalb von [0, 65535] liegen, abgeschnitten. Im 32-Bit-Modus findet keine Beschneidung statt

parse  

```
parse str [-r]
```

Parsed the String **str** basierend auf den Informationen im Header des aktuelle geladenen Bildes. Hauptzweck dieses Befehls ist es, das Path-Parsing von Header-Schlüsseln zu debuggen welches in anderen Befehlen genutzt werden kann.

Die Option **-r** gibt an, dass die Zeichenkette im Lesemodus interpretiert werden soll. Im Lesemodus werden alle in der Zeichenkette **str** definierten Wildcards verwendet, um einen Dateinamen zu finden, der dem Muster entspricht. Andernfalls ist der Standardmodus der Schreibmodus, und etwaige Platzhalter werden aus der zu parsenden Zeichenkette entfernt.

Wenn **str** mit dem Präfix *\$def* beginnt, wird es als reserviertes Schlüsselwort erkannt und in den in `gui_prepro.dark_lib`, `gui_prepro.flat_lib`, `gui_prepro.bias_lib` oder `gui_prepro.stack_default` gespeicherten Strings für *\$defdark*, *\$defflat*, *\$defbias* bzw. *\$defstack* gesucht.

Das Schlüsselwort *\$seqname\$* kann auch verwendet werden, wenn eine Sequenz geladen ist

pcc  

```
pcc [image_center_coords] [-noflip] [-platesolve] [-focal=] [-pixelsize=] [-limitmag=[+  
↔]] [-catalog=] [-downscale]
```

Führt die photometrische Farbkalibrierung auf dem geladenen Bild durch.

Wenn das Bild bereits astrometrisch gelöst wurde, kann die PCC (Photometrische Farbkalibrierung) die Lösung wiederverwenden. Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob die WCS-Informationen des Bildes korrekt sind, können Sie mit dem Argument **-platesolve** erzwingen, dass die astrometrische Lösung erneut berechnet wird :

Die ungefähren Koordinaten des Bildmittelpunkts können in Dezimalgraden oder Grad/Stunden-Minuten-Sekunden-Werten (J2000 mit Doppelpunkten) angegeben werden, wobei die Werte für Rektaszension und Deklination durch ein Komma oder ein Leerzeichen getrennt sind.

Brennweite und Pixelgröße können mit **-focal=** (in mm) und **-pixelsize=** in (in μm) übergeben werden, wobei die Werte aus dem Bild bzw. den Einstellungen überschrieben werden.

mit dem Argument **-platesolve** können Sie eine Neuberechnung der astrometrischen Lösung erzwingen.

Wenn **-noflip** nicht angegeben ist und das Bild als auf dem Kopf stehend erkannt wird, wird das Bild gespiegelt, wenn eine astrometrische Lösung ermittelt wird.

Für eine schnellere Erkennung von Sternen in großen Bildern ist eine Verkleinerung des Bildes mit **-downscale** möglich.

Die Grenzgröße der Sterne, die für die astrometrische Lösung und die photometrische Farbkalibrierung verwendet werden, wird automatisch aus der Größe des Sichtfeldes berechnet, kann aber durch Übergabe eines +Offset- oder -Offset-Wertes an **-limitmag=** oder einfach durch einen absoluten positiven Wert für die Grenzgröße geändert werden.

The star catalog used is NOMAD by default, it can be changed by providing **-catalog=apass**. If installed locally, the remote NOMAD (the complete version) can be forced by providing **-catalog=nomad**

Verweis: [nomad](#)

platesolve  

```
platesolve [image_center_coords] [-noflip] [-platesolve] [-focal=] [-pixelsize=] [-limitmag=[+-]] [-catalog=] [-localasnet] [-downscale]
```

Berechnet eine astrometrische Lösung für das geladene Bild.

Wenn das Bild bereits eine astrometrische Lösung besitzt, wird nichts getan, es sei denn, das Argument **-platesolve** wird übergeben, um eine neue Lösung zu erzwingen. Wenn WCS oder andere Bild-Metadaten fehlerhaft sind oder fehlen, müssen Argumente übergeben werden:

Die ungefähren Koordinaten des Bildmittelpunkts können in Dezimalgraden oder Grad/Stunde-Minute-Sekunde-Werten (J2000 mit Doppelpunkten) angegeben werden, wobei die Werte für Rektaszension und Deklination durch ein Komma oder ein Leerzeichen getrennt sind (für astrometry.net nicht obligatorisch).

Brennweite und Pixelgröße können mit **-focal=** (in mm) und **-pixelsize=** in (in μm) übergeben werden, wobei die Werte aus dem Bild bzw. den Einstellungen überschrieben werden.

Wenn **-noflip** nicht angegeben ist, wird das Bild gespiegelt, wenn es als auf dem Kopf stehend erkannt wird.

Für eine schnellere Erkennung von Sternen in großen Bildern ist eine Verkleinerung des Bildes mit **-downscale** möglich.

Bilder können entweder mit Siril unter Verwendung eines Sternkatalogs und des globalen Registrierungsalgorithmus oder mit dem lokalen solve-field-Befehl von astrometry.net (aktiviert mit **-localasnet**) astrometrisch gelöst werden.

Die folgenden Optionen gelten nur für die astrometrische Lösung mit Siril.

Die Grenzgröße der Sterne, die für die Plattenlösung verwendet werden, wird automatisch aus der Größe des Sichtfeldes berechnet, kann aber durch Übergabe eines +Offset- oder -Offset-Wertes an **-limitmag=** oder einfach durch einen absoluten positiven Wert für die Grenzgröße geändert werden.

Die Wahl des Sternkatalogs erfolgt automatisch, es sei denn, die Option **-catalog=** wird übergeben: Wenn lokale Kataloge installiert sind, werden sie verwendet, andernfalls erfolgt die Wahl auf der Grundlage des Sichtfelds und der

Grenzgröße. Wenn die Option übergeben wird, erzwingt sie die Verwendung des im Argument angegebenen Remote-Katalogs, mit den möglichen Werten: tycho2, nomad, gaia, ppmxl, brightstars, apass

pm  

```
pm "expression" [-rescale [low] [high]]
```

Dieser Befehl wertet den im Argument angegebenen Ausdruck wie im PixelMath-Tool aus. Der vollständige Ausdruck muss in Anführungszeichen stehen, und die Variablen (d. h. die Bildnamen ohne Erweiterung, die sich in diesem Fall im Arbeitsverzeichnis befinden) müssen von dem Token \$ umgeben sein, z. B. "\$Bild1\$ * 0,5 + \$Bild2\$ * 0,5". Es können maximal 10 Bilder in dem Ausdruck verwendet werden.

Das Bild kann mit der Option **-rescale**, gefolgt von den Werten **low** und **high** im Bereich [0, 1], neu skaliert werden. Wenn keine niedrigen (low) und hohen (high) Werte angegeben werden, werden die Standardwerte auf 0 und 1 gesetzt

preprocess  

```
preprocess sequencename [-bias=filename] [-dark=filename] [-flat=filename] [-cc=dark_
→[siglo sighi] || -cc=bpm bpmfile] [-cfa] [-debayer] [-fix_xtrans] [-equalize_cfa] [-
→opt] [-all] [-prefix=] [-fitseq]
```

Kalibrierung der Sequenz **Sequenzname** unter Verwendung der im Argument angegebenen bias-, dark- und flat-Dateien.

Für Bias kann anstelle eines Bildes ein einheitlicher Wert angegeben werden, indem ein mit einem =-Zeichen beginnender Anführungszeichenausdruck eingegeben wird, z. B. -bias="=256" oder -bias="=64*\$OFFSET" (synthetischer Bias).

Standardmäßig ist die kosmetische Korrektur nicht aktiviert. Wenn Sie eine solche Korrektur wünschen, müssen Sie sie mit der Option **-cc=** angeben.

Sie können **-cc=dark** verwenden, um Hot- und Coldpixel aus dem Masterdark zu erkennen (ein Masterdark muss mit der Option **-dark=** angegeben werden), optional gefolgt von **siglo** und **sighi** für Cold- bzw. Hotpixel. Ein Wert von 0 deaktiviert die Korrektur. Wenn keine Siglawerte angegeben werden, wird nur die Erkennung von Hotpixeln mit einem sigma von 3 angewendet.

Alternativ können Sie **-cc=bpm** gefolgt von dem Pfad zu Ihrer Bad Pixel Map verwenden, um anzugeben, welche Pixel korrigiert werden müssen. Eine Beispieldatei kann mit einem *find_hot*-Befehl auf einem Masterdark erhalten werden.

Drei Optionen gelten für Farbbilder (im CFA-Format): **-cfa** für kosmetische Korrekturen, **-debayer**, um Bilder vor dem Speichern zu entmosaikisieren, und **-equalize_cfa**, um die mittlere Intensität der RGB-Ebenen des Master-Flats auszugleichen, um eine Färbung des kalibrierten Bildes zu vermeiden.

Die Option **-fix_xtrans** widmet sich X-Trans-Dateien, indem sie eine Korrektur auf Dark- und Biasframes anwendet, um ein rechteckiges Muster zu entfernen welches durch den Autofokus verursacht wird.

Es ist auch möglich, die Anwendung der Darks mit **-opt** zu optimieren, was es erfordert Beide - Bias und Dark-Master - bereitzustellen.



Standardmäßig werden die als ausgeschlossen markierten Bilder nicht verarbeitet. Das Argument **-all** kann verwendet werden, um die Verarbeitung aller Bilder zu erzwingen, auch wenn sie als ausgeschlossen markiert sind.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "pp_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde.

Wenn **-fitseq** angegeben wird, ist die Ausgabesequenz eine FITS-Sequenz (einzelne Datei)

Dieser Befehl ist jetzt veraltet: Stattdessen sollte CALIBRATE verwendet werden.

Verweise: [calibrate](#)

preprocess_single  

```
preprocess_single imagename [-bias=filename] [-dark=filename] [-flat=filename] [-cfa] [-
→debayer] [-fix_xtrans] [-equalize_cfa] [-opt] [-prefix=]
```

Kalibriert das Bild **imagename** unter Verwendung der im Argument angegebenen Bias-, Dark- und Flat-Dateien.

Für Bias kann anstelle eines Bildes ein einheitlicher Wert angegeben werden, indem ein mit einem =-Zeichen beginnender Anführungszeichenausdruck eingegeben wird, z. B. `-bias="=256"` oder `-bias="=64*$OFFSET"` (synthetischer Bias).

Standardmäßig ist die kosmetische Korrektur nicht aktiviert. Wenn Sie eine solche Korrektur wünschen, müssen Sie sie mit der Option **-cc=** angeben.

Sie können **-cc=dark** verwenden, um Hot- und Coldpixel aus dem Masterdark zu erkennen (ein Masterdark muss mit der Option **-dark=** angegeben werden), optional gefolgt von **siglo** und **sighi** für Cold- bzw. Hotpixel. Ein Wert von 0 deaktiviert die Korrektur. Wenn keine Sigawerte angegeben werden, wird nur die Erkennung von Hotpixeln mit einem sigma von 3 angewendet.

Alternativ können Sie **-cc=bpm** gefolgt von dem Pfad zu Ihrer Bad Pixel Map verwenden, um anzugeben, welche Pixel korrigiert werden müssen. Eine Beispieldatei kann mit einem `find_hot`-Befehl auf einem Masterdark erhalten werden.

Drei Optionen gelten für Farbbilder (im CFA-Format): **-cfa** für kosmetische Korrekturen, **-debayer**, um Bilder vor dem Speichern zu entmosaikisieren, und **-equalize_cfa**, um die mittlere Intensität der RGB-Ebenen des Master-Flats auszugleichen, um eine Färbung des kalibrierten Bildes zu vermeiden.

Die Option **-fix_xtrans** widmet sich X-Trans-Dateien, indem sie eine Korrektur auf Dark- und Biasframes anwendet, um ein rechteckiges Muster zu entfernen welches durch den Autofokus verursacht wird.

Es ist auch möglich, die Anwendung der Darks mit **-opt** zu optimieren, was es erfordert Beide - Bias und Dark-Master - bereitzustellen.

Der Ausgabedateiname beginnt mit dem Präfix "pp_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde

Dieser Befehl ist jetzt veraltet: CALIBRATE_SINGLE sollte stattdessen verwendet werden.

Verweis: [calibrate_single](#)

psf  

```
psf [channel]
```

Führt eine PSF (Point Spread Function) für den ausgewählten Stern durch und zeigt die Ergebnisse an. Im Headless-Betrieb kann die Auswahl mit BOXSELECT in Pixeln angegeben werden. Falls angegeben, wählt das Argument **channel** den Bildkanal aus, auf dem der Stern analysiert werden soll. Es kann bei monochromen Bildern oder bei der Ausführung über die grafische Benutzeroberfläche weggelassen werden, wenn einer der Kanäle in der Ansicht aktiv ist

Links: [boxselect](#)

register  

```
register sequencename [-2pass] [-noout] [-drizzle] [-prefix=] [-minpairs=] [-transf=] [-  
→layer=] [-maxstars=] [-nostarlist] [-interp=] [-noclamp] [-selected]
```

Findet und führt optional geometrische Transformationen an Bildern der im Argument angegebenen Sequenz durch, so dass sie dem Referenzbild überlagert werden können. Da dieser Algorithmus Sterne für die Registrierung verwendet, funktioniert er nur mit Deep-Sky-Bildern. Die Optionen für die Sternerkennung können mit **SETFINDSTAR** oder dem Dialogfeld *Dynamisches PSF* geändert werden. Die Erkennung erfolgt bei Farbbildern auf der grünen Ebene, es sei denn, sie wird durch die Option **-layer=** mit einem Argument von 0 bis 2 für Rot bis Blau angegeben.

Die Optionen **-2pass** und **-noout** berechnen nur die Transformationen, erzeugen aber nicht die transformierten Bilder. **-2pass** fügt dem Algorithmus einen Vorbereitungsdurchlauf hinzu, um ein gutes Referenzbild zu finden, bevor die Transformationen basierend auf der Bildqualität und dem Bildausschnitt berechnet werden. Um nach diesem Durchgang transformierte Bilder zu erzeugen, verwenden Sie SEQAPPLYREG. **-nostarlist** deaktiviert das Speichern der Sternlisten auf der Festplatte.

Die Option **-transf=** legt die Verwendung der Transformationen **shift**, **similarity**, **affine** oder **homography** (Standard) fest.

Mit der Option **-drizzle** wird das Subpixel-Stacking aktiviert, indem die erzeugten Bilder um den Faktor 2 hochskaliert werden.

Die Option **-minpairs=** gibt die Mindestanzahl von Sternpaaren an, die ein Bild mit dem Referenzbild haben muss, andernfalls wird das Bild fallen gelassen und aus der Sequenz ausgeschlossen.

Die Option **-maxstars=** gibt die maximale Anzahl der Sterne an, die in jedem Bild gefunden werden sollen (muss zwischen 100 und 2000 liegen). Mit mehr Sternen kann eine genauere Registrierung berechnet werden, die jedoch mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Die Methode der Pixelinterpolation kann mit dem Argument **-interp=** angegeben werden, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste **no**[ne], **ne**[arest], **cu**[bic], **la**[nczos4], **li**[near], **ar**[ea]}. Wenn **none** übergeben wird, wird die Transformation erzwungen und eine pixelweise Verschiebung ohne Interpolation auf jedes Bild angewendet.

Die bikubische und die Lanczos4-Interpolationsmethode sind standardmäßig haltend, um Artefakte zu vermeiden, das kann aber mit dem Argument **-noclamp** deaktiviert werden.

Alle Bilder der Sequenz werden registriert, es sei denn, die Option **-selected** wird übergeben, in diesem Fall werden die ausgeschlossenen Bilder nicht verarbeitet

Falls erzeugt, beginnt der Name der Ausgabesequenz mit dem Präfix "r_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweise: [setfindstar](#), [psf](#), [seqapplyreg](#)

reloadscripts



reloadscripts

Scannt die Skriptordner erneut und aktualisiert das Skriptmenü

requires



requires version

Gibt einen Fehler zurück, wenn die Version von Siril älter ist als die im Argument übergebene

resample



resample { factor | -width= | -height= } [-interp=] [-noclamp]

Skaliert die Bildgröße, entweder mit einem Faktor **factor** oder für die Zielbreite oder -höhe, die durch **-width=** oder **-height=** angegeben wird. Dies wird im Allgemeinen verwendet, um die Größe von Bildern zu ändern; ein Faktor von

0,5 halbiert die Bildgröße.

In der grafischen Benutzeroberfläche können wir sehen, dass mehrere Interpolationsalgorithmen vorgeschlagen werden.

Die Methode der Pixelinterpolation kann mit dem Argument **-interp=** angegeben werden, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste **no**[ne], **ne**[arest], **cu**[bic], **la**[nczos4], **li**[near], **ar**[ea]}. Wenn **none** übergeben wird, wird die Transformation erzwungen und eine pixelweise Verschiebung ohne Interpolation auf jedes Bild angewendet.

Die bikubische und die Lanczos4-Interpolationsmethode sind standardmäßig haltend, um Artefakte zu vermeiden, das kann aber mit dem Argument **-noclamp** deaktiviert werden

rgbcomp  

```
rgbcomp red green blue [-out=result_filename]
rgbcomp -lum=image { rgb_image | red green blue } [-out=result_filename]
```

Erstellt eine RGB-Komposition aus drei unabhängigen Bildern oder eine LRGB-Komposition aus dem optionalen Luminanzbild und drei monochromen Bildern oder einem Farbbild. Das Ergebnisbild heißt `composed_rgb.fit` oder `composed_lrgb.fit`, es sei denn, es wird ein anderer Name im optionalen Argument angegeben

rgradient  

```
rgradient xc yc dR dalpha
```

Erzeugt zwei Bilder mit einer radialen Verschiebung (**dR** in Pixeln) und einer Rotationsverschiebung (**dalpha** in Grad) in Bezug auf den Punkt (**xc**, **yc**).

Zwischen diesen beiden Bildern haben die Verschiebungen die gleiche Amplitude, aber ein entgegengesetztes Vorzeichen. Die beiden Bilder werden dann addiert, um das endgültige Bild zu erhalten. Dieses Verfahren wird auch Larson-Sekanina-Filter genannt

rl  

```
rl [-loadpsf=] [-alpha=] [-iters=] [-stop=] [-gdstep=] [-tv] [-fh] [-mul]
```

Stellt ein Bild nach der Richardson-Lucy-Methode wieder her.

Optional kann eine PSF mit dem Argument **-loadpsf=filename** (erzeugt mit MAKEPSF) geladen werden.

Die Anzahl der Iterationen wird durch **-iters** festgelegt (der Standardwert ist 10).

Die Art der Regularisierung kann mit **-tv** für die Gesamtvariation oder **-fh** für die Frobenius-Norm der Hessian-Matrix festgelegt werden (die Vorgabe ist keine) und **-alpha=** gibt die Stärke der Regularisierung an (kleinerer Wert = stärkere Regularisierung, Vorgabe = 3000).

Standardmäßig wird die Methode des Gradientenabstiegs mit einer Standardschrittweite von 0,0005 verwendet, doch kann die multiplikative Methode mit **-mul** erzwungen werden.

Das Stopkriterium kann durch Angabe einer Anhaltgrenze mit **-stop=** aktiviert werden

Verweise: *psf*, *makepsf*

rmgreen  

```
rmgreen [-nopreserve] [type] [amount]
```

Wendet einen Filter zur Reduzierung des chromatischen Rauschens an. Er entfernt den Grünstich im aktuellen Bild. Dieser Filter basiert auf dem SCNR-Filter von PixInsight und ist auch der gleiche Filter, der vom HLVG-Plugin in Photoshop verwendet wird.

Die Helligkeit bleibt standardmäßig erhalten, kann aber mit dem Schalter **-nopreserve** deaktiviert werden.

Typ kann die Werte 0 für durchschnittliche Neutralität, 1 für maximale Neutralität, 2 für maximale Maske, 3 für additive Maske annehmen, wobei der Standardwert 0 ist. Die letzten beiden können ein Argument **Betrag** annehmen, einen Wert zwischen 0 und 1, wobei der Standardwert 1 ist

rotate  

```
rotate degree [-nocrop] [-interp=] [-noclamp]
```

Dreht das Bild um einen Winkel mit dem Wert **degree**. Die Option **-nocrop** kann hinzugefügt werden, um ein Beschneiden auf die Bildgröße zu vermeiden (es werden schwarze Ränder hinzugefügt).

Hinweis: Wenn eine Auswahl aktiv ist, d. h. durch Verwendung eines Befehls "Boxselect" vor "Rotate", wird das resultierende Bild ein gedrehter Ausschnitt sein. In diesem besonderen Fall wird die Option **-nocrop** ignoriert, wenn sie übergeben wird.

Die Methode der Pixelinterpolation kann mit dem Argument **-interp=** angegeben werden, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste **no**[ne], **ne**[arest], **cu**[bic], **la**[nczos4], **li**[near], **ar**[ea]}. Wenn **none** übergeben wird, wird die Transformation erzwungen und eine pixelweise Verschiebung ohne Interpolation auf jedes Bild angewendet.

Die bikubische und die Lanczos4-Interpolationsmethode sind standardmäßig haltend, um Artefakte zu vermeiden, das kann aber mit dem Argument **-noclamp** deaktiviert werden

rotatePi  

```
rotatePi
```

Dreht das geladene Bild um 180° um dessen Mitte. Dies ist gleichwertig mit dem Befehl "ROTATE 180" oder "ROTATE -180"

Verweis: [rotate](#)

satu  

```
satu amount [background_factor [hue_range_index]]
```

Erhöht die Farbsättigung des geladenen Bildes. Versuchen Sie es iterativ, um beste Ergebnisse zu erzielen.

amount kann eine positive Zahl sein, um die Farbsättigung zu erhöhen, eine negative, um sie zu verringern, 0 würde nichts bewirken, 1 würde sie um 100% erhöhen

background_factor ist ein Faktor (Median + Sigma), der verwendet wird, um einen Schwellenwert festzulegen, bei dem nur die Pixel oberhalb dieses Wertes geändert werden. Dies ermöglicht es, dass das Hintergrundrauschen nicht farblich gesättigt wird, wenn es sorgfältig gewählt wird. Der Standardwert ist 1, mit 0 wird der Schwellenwert deaktiviert.

hue_range_index kann [0, 6] sein, was bedeutet: 0 für rosa bis orange, 1 für orange bis gelb, 2 für gelb bis cyan, 3 für cyan, 4 für cyan bis magenta, 5 für magenta bis rosa, 6 für alle (Standard)

save  

```
save filename
```

Speichert das aktuelle Bild unter **filename.fit** (oder **.fits**, je nach Ihren Einstellungen, siehe SETEXT) im aktuellen Arbeitsverzeichnis. Das Bild bleibt geladen. **filename** kann einen Pfadnamen enthalten, solange das Verzeichnis bereits existiert

Verweis: *setext*

savebmp  

savebmp filename

Speichert das aktuelle Bild in Form einer Bitmap-Datei mit 8 Bit pro Kanal: **Dateiname.bmp** (BMP 24-bit)

savejpg  

savejpg filename [quality]

Speichert das aktuelle Bild in eine JPG-Datei: **Dateiname.jpg**.

Die Qualität der Komprimierung kann mit dem optionalen Wert **quality** eingestellt werden, wobei 100 die beste und Standardeinstellung ist, während ein niedrigerer Wert die Komprimierung erhöht

savepng  

savepng filename

Speichert das aktuelle Bild in eine PNG-Datei: **filename.png**, mit 16 Bit pro Kanal, wenn das geladene Bild 16 oder 32 Bit hat, und 8 Bit pro Kanal, wenn das geladene Bild 8 Bit hat

savepnm  

savepnm filename

Speichert das aktuelle Bild in Form eines NetPBM-Dateiformats mit 16 Bit pro Kanal.

Die Erweiterung der Ausgabe ist **Dateiname.ppm** für RGB-Bilder und **Dateiname.pgm** für Graustufenbilder

savetif  

```
savetif filename [-astro] [-deflate]
```

Speichert das aktuelle Bild in Form einer unkomprimierten TIFF-Datei mit 16 Bit pro Kanal: **filename.tif**. Die Option **-astro** ermöglicht das Speichern im Astro-Tiff-Format, während **-deflate** die Kompression aktiviert

Siehe auch SAVETIF32 und SAVETIF8

savetif32  

```
savetif32 filename [-astro] [-deflate]
```

Gleicher Befehl wie SAVETIF, aber die Ausgabedatei wird mit 32 Bit pro Kanal gespeichert: **filename.tif**. Die Option **-astro** ermöglicht das Speichern im Astro-Tiff-Format, während **-deflate** die Kompression aktiviert

Verweis: *savetif*

savetif8  

```
savetif8 filename [-astro] [-deflate]
```

Gleicher Befehl wie SAVETIF, aber die Ausgabedatei wird mit 8 Bit pro Kanal gespeichert: **filename.tif**. Die Option **-astro** ermöglicht das Speichern im Astro-Tiff-Format, während **-deflate** die Kompression aktiviert

Verweis: *savetif*

sb  

```
sb [-loadpsf=] [-alpha=] [-iters=]
```

Stellt ein Bild nach der Split-Bregman-Methode wieder her.

Optional kann ein PSF mit dem Argument **-loadpsf=filename** geladen werden.

Die Anzahl der Iterationen wird durch **-iters** angegeben (Standard ist 1).

Der Regularisierungsfaktor **-alpha=** gibt die Stärke der Regularisierung an (kleinerer Wert = stärkere Regularisierung, Standardwert = 3000)

Verweis: [psf](#)

select  

```
select sequencename from to
```

Dieser Befehl ermöglicht eine einfache Auswahl von vielen Bildern in der geladenen Sequenz (von **from** bis **to** eingeschlossen). Dies ist eine Auswahl für eine spätere Verarbeitung.

Siehe auch UNSELECT

Verweise: [unselect](#)

seqapplyreg  

```
seqapplyreg sequencename [-drizzle] [-interp=] [-noclamp] [-layer=] [-framing=] [-
→prefix=] [-filter-fwhm=value[%|k]] [-filter-wfwhm=value[%|k]] [-filter-round=value[
→%|k]] [-filter-bkg=value[%|k]] [-filter-nbstars=value[%|k]] [-filter-quality=value[
→%|k]] [-filter-incl[uded]]
```

Wendet geometrische Transformationen auf Bilder der im Argument angegebenen Sequenz an, so dass sie dem Referenzbild überlagert werden können, wobei zuvor berechnete Registrierungsdaten verwendet werden (siehe REGISTER).

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "r_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde.

Die Option **-drizzle** aktiviert die Subpixel-Registrierung der in der transformierten Sequenz erzeugten Bilder, eine Hochskalierung um den Faktor 2.

Die Methode der Pixelinterpolation kann mit dem Argument **-interp=** angegeben werden, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste **no**[ne], **ne**[arest], **cu**[bic], **la**[nczos4], **li**[near], **ar**[ea]}. Wenn **none** übergeben wird, wird die Transformation erzwungen und eine pixelweise Verschiebung ohne Interpolation auf jedes Bild angewendet.

Die bikubische und die Lanczos4-Interpolationsmethode sind standardmäßig haltend, um Artefakte zu vermeiden, das kann aber mit dem Argument **-noclamp** deaktiviert werden.

Bei RGB-Bildern wird die Registrierung auf der ersten Ebene durchgeführt, für die Daten vorhanden sind, es sei denn, die Option **-layer=** (0, 1 oder 2 für R, G bzw. B) wurde angegeben.

Die automatische Beschneidung der Ausgabesequenz kann mit dem Schlüsselwort **-framing=**, gefolgt von einer der Methoden aus der Liste { current | min | max | cog } festgelegt werden:

-framing=max (Bounding Box) fügt bei Bedarf einen schwarzen Rand um jedes Bild hinzu, damit kein Teil des Bildes bei der Registrierung abgeschnitten wird.

-framing=min (gemeinsamer Bereich) beschneidet jedes Bild auf den Bereich, den es mit allen Bildern der Sequenz gemeinsam hat.

-framing=cog bestimmt die beste Position für den Bildausschnitt als Schwerpunkt (cog) aller Bilder.

Bilder herausfiltern:

Die zu registrierenden Bilder können auf der Grundlage einiger Filter ausgewählt werden (z. B. derjenigen mit der besten FWHM), mit einigen der **-filter-*** Optionen.

Verweise: *register*

Einige davon werden gefiltert, ohne dass eine bestimmte Reihenfolge oder Anzahl festgelegt wird:

```
[ -filter-fwhm=value[%|k] ] [ -filter-wfwhm=value[%|k] ] [ -filter-round=value[%|k] ] [ -filter-  
↪ bkg=value[%|k] ]  
[ -filter-nbstars=value[%|k] ] [ -filter-quality=value[%|k] ] [ -filter-incl[uded] ]
```

Die besten Bilder der Sequenz können mit Hilfe der Filterargumente gestackt werden. Jedes dieser Argumente kann schlechte Bilder auf der Grundlage einer Eigenschaft, die ihrem Namen entspricht, aus den Registrierungsdaten mit einem der drei Typen von Argumentwerten entfernen:

- a numeric value for the worse image to keep depending on the type of data used (between 0 and 1 for roundness and quality, absolute values otherwise),
- a percentage of best images to keep if the number is followed by a % sign,
- or a k value for the k.sigma of the worse image to keep if the number is followed by a k sign.

Es ist auch möglich, manuell ausgewählte Bilder zu verwenden, entweder zuvor über die grafische Benutzeroberfläche oder mit den Befehlen select oder unselect, unter Verwendung des Arguments **-filter-included**.

seqclean  

```
seqclean sequencename [-reg] [-stat] [-sel]
```

Dieser Befehl löscht Auswahl-, Registrierungs- und/oder Statistikdaten, die für die Sequenz **sequencename** gespeichert wurden.

Mit den Optionen **-reg**, **-stat** und **-sel** können Sie festlegen, dass nur die Registrierung, die Statistik und/oder die Auswahl gelöscht wird. Wenn keine Option angegeben wird, werden alle gelöscht



seqcosme  

```
seqcosme sequencename [filename].lst [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie COSME, aber für die Sequenz **sequencename**. Nur ausgewählte Bilder in der Sequenz werden verarbeitet.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "cosme_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde

Verweis: [cosme](#)

seqcosme_cfa  

```
seqcosme_cfa sequencename [filename].lst [-prefix=]
```

Derselbe Befehl wie COSME_CFA, aber für die Sequenz **sequencename**. Nur ausgewählte Bilder in der Sequenz werden verarbeitet.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "cosme_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde

Verweis: [cosme_cfa](#)

seqcrop  

```
seqcrop sequencename x y width height [-prefix=]
```

Beschneidet die im Argument **sequencename** angegebene Sequenz. Nur ausgewählte Bilder in der Sequenz werden verarbeitet.

Der Ausschnitt wird durch die obere linke Eckposition **x** und **y** und die Auswahl **width** und **height** bestimmt, wie bei CROP.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "cropped_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweise: [crop](#)

seqextract_Green  

```
seqextract_Green sequencename [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie EXTRACT_GREEN, aber für die Sequenz **sequencename**.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "Green_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde

seqextract_Ha  

```
seqextract_Ha sequencename [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie EXTRACT_HA, aber für die Sequenz **sequencename**.



Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "Ha_", sofern nicht mit der Option **-prefix=** etwas anderes angegeben wurde

seqextract_HaOIII  

```
seqextract_HaOIII sequencename [-resample=]
```

Gleicher Befehl wie EXTRACT_HAOIII, aber für die Sequenz **sequencename**.

Die Namen der Ausgabesequenzen beginnen mit den Präfixen "Ha_" und "OIII_"



seqfind_cosme  

```
seqfind_cosme sequencename cold_sigma hot_sigma [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie FIND_COSME, aber für die Sequenz **sequencename**.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "cc_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweis: [*find_cosme*](#)

seqfind_cosme_cfa  

```
seqfind_cosme_cfa sequencename cold_sigma hot_sigma [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie FIND_COSME_CFA, aber für die Sequenz **sequencename**.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "cc_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweis: [*find_cosme_cfa*](#)



seqfindstar  

```
seqfindstar sequencename [-layer=] [-maxstars=]
```

Gleicher Befehl wie FINDSTAR, aber für die Sequenz **sequencename**.

Die Option **-out=** ist für diesen Prozess nicht verfügbar, da alle Sternlistendateien mit dem Standardnamen *seqname_seqnb.lst* gespeichert werden

Verweis: [findstar](#)

seqfixbanding  


```
seqfixbanding sequencename amount sigma [-prefix=] [-vertical]
```

Gleicher Befehl wie FIXBANDING, aber für die Sequenz **sequencename**.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "unband_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweis: [fixbanding](#)

seqght  

```
seqght sequence -D= [-B=] [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat]  [-channels] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie GHT, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: [ght](#)

seqheader  

```
seqheader sequencename keyword [-out=file.csv]
```



Gibt den FITS-Header-Wert für den angegebenen Schlüssel für alle Bilder in der Sequenz aus

seqinvght  

```
seqinvght sequence -D= [-B=] [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] ↵
↪ [channels] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie INVGHT, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: *invght*

seqinvmodasinh  

```
seqinvmodasinh sequence -D= [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat] ↵
↪ [channels] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie INVMODASINH, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen



Verweise: *invmodasinh*

seqlinstretch  

```
seqlinstretch sequence -BP= [channels] [-sat] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie LINSTRETCH, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: *linstretch*

seqmerge_cfa  

```
seqmerge_cfa sequencename bayerpattern [-prefixin=] [-prefixout=]
```

Gleicher Befehl wie MERGE_CFA, aber für die Sequenz **sequencename**.



Das Bayer-Muster, das rekonstruiert werden soll, muss als zweites Argument als eines von RGGB, BGGR, GBRG oder GRBG angegeben werden.


Die Eingabedateinamen enthalten das identifizierende Präfix "CFA_" und eine Zahl, sofern nicht mit der Option **-prefixin=** anders angegeben.

Hinweis: Alle 4 Sätze von Eingabedateien **müssen** vorhanden sein und **müssen** einheitlich benannt sein, wobei der einzige Unterschied die Nummer nach dem identifizierenden Präfix ist.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "mCFA_" und einer Zahl, sofern mit der Option **-prefixout=** nichts anderes angegeben wurde

Verweis: *merge_cfa*

seqmodasinh  

```
seqmodasinh sequence -D= [-LP=] [-SP=] [-HP=] [-human | -even | -independent | -sat]   
↪ [channels] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie MODASINH, aber eine Sequenz muss als erstes Argument angegeben werden. Zusätzlich kann das optionale Argument **-prefix=** verwendet werden, um ein benutzerdefiniertes Präfix zu setzen

Verweise: *modasinh*

seqmtf  

```
seqmtf sequencename low mid high [channels] [-prefix=]
```

Derselbe Befehl wie MTF, aber für die Sequenz **sequencename**.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "mtf_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde

Verweis: *mtf*

seqpsf  

```
seqpsf [sequencename channel { -at=x,y | -wcs=ra,dec }]
```

Derselbe Befehl wie PSF, wird aber auf Sequenzen angewendet. Dieser Befehl ähnelt der Ein-Stern-Registrierung, mit dem Unterschied, dass die Ergebnisse für die photometrische Analyse verwendet werden können, anstatt die Bilder auszurichten, und dass die Koordinaten des Sterns über Optionen angegeben werden können.

Dieser Befehl wird intern über das Menü aufgerufen, das beim Rechtsklick auf das Bild mit dem PSF für den Sequenzeintrag erscheint. Standardmäßig wird er mit aktivierter Parallelisierung ausgeführt; wenn bereits Registrierungsdaten für die Sequenz vorhanden sind, werden sie zur Verschiebung des Suchfensters in jedem Bild verwendet. Sind keine Registrierungsdaten vorhanden und gibt es eine signifikante Verschiebung zwischen den Bildern der Sequenz, werden mit den Standardeinstellungen keine Sterne in der Anfangsposition des Suchbereichs gefunden.

Die Option, dem Stern zu folgen, kann dann aktiviert werden, indem man auf die Registerkarte Registrierung geht, die Ein-Stern-Registrierung auswählt und das Kontrollkästchen für die Bewegung des Sterns aktiviert (Standardeinstellung bei Headless, wenn keine Registrierungsdaten verfügbar sind).

Die Ergebnisse werden auf der Registerkarte "Grafik" angezeigt, von der aus sie auch in eine CSV-Datei (Comma-Separated Values) zur externen Analyse exportiert werden können.

Bei der Erstellung einer Lichtkurve wird der erste Stern, für den seqpsf ausgeführt wurde und der in der Anzeige mit "V" markiert ist, als der veränderliche Stern betrachtet. Alle anderen werden gemittelt, um eine Referenzlichtkurve zu erstellen, die von der Lichtkurve des veränderlichen Sterns abgezogen wird.

Currently, in headless operation, the command prints some analysed data in the console, another command allows several stars to be analysed and plotted as a light curve: LIGHT_CURVE. Arguments are mandatory in headless, with -at= allowing coordinates in pixels to be provided for the target star and -wcs= allowing J2000 equatorial coordinates to be provided.

Verweise: [psf](#), [light_curve](#)

seqplatesolve  

```
seqplatesolve sequencename [image_center_coords] [-noflip] [-platesolve] [-focal=] [-  
↪pixelsize=] [-limitmag=[+-]] [-catalog=] [-localasnet] [-downscale]
```

Astrometrische Lösung einer Sequenz. Es wird eine neue Sequenz mit dem Präfix "ps_" erstellt.

Wenn Bilder bereits eine astrometrische Lösung haben, werden sie einfach kopiert, es sei denn, das Argument **-platesolve** wird übergeben, um eine neue Lösung zu erzwingen. Wenn WCS-Daten oder andere Bild-Metadaten fehlerhaft sind oder fehlen, müssen Argumente übergeben werden:

the approximate image center coordinates can be provided in decimal degrees or degree/hour minute second values (J2000 with colon separators), with right ascension and declination values separated by a comma or a space (not mandatory for astrometry.net). A single catalog extract will be done for the entire sequence, if there is a lot of drift that may not succeed for all images.

Brennweite und Pixelgröße können mit **-focal=** (in mm) und **-pixelsize=** (in µm) übergeben werden, wobei die Werte aus Bildern und Einstellungen überschrieben werden.

Wenn **-noflip** nicht angegeben ist, werden Bilder, die als auf dem Kopf stehend erkannt werden, gespiegelt.
Für eine schnellere Erkennung von Sternen in großen Bildern ist eine Verkleinerung des Bildes mit **-downscale** möglich.

Bilder können entweder mit Siril unter Verwendung eines Sternkatalogs und des globalen Registrierungsalgorithmus oder mit dem lokalen solve-field-Befehl von astrometry.net (aktiviert mit **-localasnet**) astrometrisch gelöst werden.

Die folgenden Optionen gelten nur für die astrometrische Lösung mit Siril.

Die Grenzgröße der Sterne, die für die Plattenlösung verwendet werden, wird automatisch aus der Größe des Sichtfeldes berechnet, kann aber durch Übergabe eines +Offset- oder -Offset-Wertes an **-limitmag=** oder einfach durch einen absoluten positiven Wert für die Grenzgröße geändert werden.

Die Wahl des Sternkatalogs erfolgt automatisch, es sei denn, die Option **-catalog=** wird übergeben: Wenn lokale Kataloge installiert sind, werden sie verwendet, andernfalls erfolgt die Wahl auf der Grundlage des Sichtfelds und der Grenzgröße. Wenn die Option übergeben wird, erzwingt sie die Verwendung des im Argument angegebenen Remote-Katalogs, mit den möglichen Werten: tycho2, nomad, gaia, ppmxl, brightstars, apass

seqrl  

```
seqrl sequencename [-loadpsf=] [-alpha=] [-iters=] [-stop=] [-gdstep=] [-tv] [-fh] [-mul]
```

Dasselbe wie der Befehl RL, gilt jedoch für eine Sequenz, die als erstes Argument angegeben werden muss



Verweise: [rl](#)

seqsb  

```
sb sequencename [-loadpsf=] [-alpha=] [-iters=]
```

Dasselbe wie der Befehl SB, gilt jedoch für eine Sequenz, die als erstes Argument angegeben werden muss

Verweise: [sb](#)

seqsplit_cfa  

```
seqsplit_cfa sequencename [-prefix=]
```


Gleicher Befehl wie SPLIT_CFA, aber für die Sequenz **sequencename**.

Die Namen der Ausgabesequenzen beginnen mit dem Präfix "CFA_" und einer Zahl, sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wird.

Einschränkung: Die Sequenz gibt immer eine Folge von FITS-Dateien aus, unabhängig von der Art der Eingabesequenz

Verweis: [split_cfa](#)

seqstarnet  

```
seqstarnet sequencename [-stretch] [-upscale] [-stride=value] [-nostarmask]
```

Dieser Befehl ruft [Starnet++](#) auf, um Sterne aus der Sequenz **sequencename** zu entfernen. Siehe STARNET

Verweis: [starnet](#)

seqstat  

```
seqstat sequencename output_file [option] [-cfa]
```

Gleicher Befehl wie STAT für die Sequenz **sequencename**.

Die Daten werden als CSV-Datei **output_file** gespeichert.

Der optionale Parameter bestimmt die Anzahl der berechneten statistischen Werte: **basic**, **main** (Standard) oder **full** (detaillierter, aber länger in der Berechnung).

\t**basic** umfasst Mittelwert, Median, Sigma, bgnoise (Hintergrundrauschen), min und max

\t****main**** umfasst die Basisdaten mit dem Zusatz von avgDev (Standardabweichung), MAD und der Quadratwurzel von BWNV

\t**full** umfasst "main" mit dem Zusatz von Standort und Maßstab.

Wenn **-cfa** übergeben wird und die Bilder CFA sind, werden Statistiken über Extraktionen pro Filter erstellt

Verweis: [stat](#)

seqsubsky  

```
seqsubsky sequencename { -rbf | degree } [-nodither] [-samples=20] [-tolerance=1.0] [-smooth=0.5] [-prefix=]
```

Gleicher Befehl wie SUBSKY, aber für die Sequenz **sequencename**.

Das Dithering, das für geringe dynamische Gradienten erforderlich ist, kann mit **-nodither** deaktiviert werden.

Der Name der Ausgabesequenz beginnt mit dem Präfix "bkg_", sofern mit der Option **-prefix=** nichts anderes angegeben wurde. Nur ausgewählte Bilder der Sequenz werden verarbeitet



Verweis: [subsky](#)

seqtilt  

```
seqtilt sequencename
```

Derselbe Befehl wie TILT, aber für die Sequenz **sequencename**. Ergibt generell bessere Resultate

Verweis: [tilt](#)

sequnsetmag  

```
sequnsetmag
```

Setzt die Magnitudenkalibrierung und den Referenzstern für die Sequenz zurück. Siehe SEQSETMAG

Verweis: [seqsetmag](#)

seqwiener  

```
wiener sequencename [-loadpsf=] [-alpha=]
```

Dasselbe wie der Befehl **WIENER**, aber für eine Sequenz, die als erstes Argument angegeben werden muss

Verweise: *wiener*

set  

```
set { -import=inifilepath | variable=value }
```

Aktualisieren eines Einstellungswerts unter Verwendung seines Variablennamens mit dem angegebenen Wert oder einer Reihe von Werten unter Verwendung einer vorhandenen ini-Datei mit der Option **-import=**.
Siehe GET, um Werte oder die Liste der Variablen zu erhalten

Verweise: *get*

set16bits  

```
set16bits
```

Deaktiviert die Speicherung von Bildern mit 32 Bit pro Kanal bei der Verarbeitung. Es werden stattdessen 16 Bits verwendet

set32bits  

```
set32bits
```

Ermöglicht das Speichern von Bildern mit 32 Bit pro Kanal bei der Verarbeitung

setcompress  

```
setcompress 0/1 [-type=] [q]
```

Legt fest, ob Bilder komprimiert werden oder nicht.

0 bedeutet keine Kompression, während **1** die Kompression aktiviert.

Wenn die Komprimierung aktiviert ist, muss der Typ ausdrücklich in der Option **-type=** angegeben werden ("rice", "gzip1", "gzip2").

Im Zusammenhang mit der Komprimierung muss der Quantisierungswert im Bereich [0, 256] liegen.

Beispiel: "setcompress 1 -type=rice 16" stellt die Rice-Kompression mit einer Quantisierung von 16 ein

setcpu  

setcpu number

Legt die Anzahl der für die Berechnung verwendeten Verarbeitungsthreads fest.

Kann so hoch sein wie die Anzahl der auf dem System vorhandenen virtuellen Threads, d. h. die Anzahl der CPU-Kerne oder das Doppelte dieser Anzahl, wenn Hyperthreading (Intel HT) verfügbar ist. Der Standardwert ist die maximale Anzahl von Threads, die zur Verfügung stehen, so dass dieser Wert hauptsächlich zur Begrenzung der Rechenleistung verwendet werden sollte. Dieser Wert wird bei jedem Siril-Lauf zurückgesetzt. Siehe auch SETMEM

Verweise: [setmem](#)

setext  

setext extension

Legt die verwendete und von Sequenzen erkannte Erweiterung fest.

Das Argument **Erweiterung** kann "fit", "fts" oder "fits" sein

setfindstar  

setfindstar [reset] [-radius=] [-sigma=] [-roundness=] [-focal=] [-pixelsize=] [-
→convergence=] [[-gaussian] | [-moffat]] [-minbeta=] [-relax=on|off] [-minA=] [-
→maxA=] [-maxR=]

Definiert die Parameter für die Sternerkennung für die Befehle FINDSTAR und REGISTER.

Wird kein Parameter übergeben, werden die aktuellen Werte aufgelistet.

Die Übergabe von **reset** setzt alle Werte auf die Standardwerte zurück. Sie können dann immer noch Werte nach diesem Schlüsselwort übergeben.

Konfigurierbare Werte:

-radius= definiert den Radius des anfänglichen Suchfeldes und muss zwischen 3 und 50 liegen.

-sigma= definiert die Schwelle über dem Rauschen und muss größer oder gleich 0,05 sein.

-roundness= definiert die minimale Rundheit der Sterne und muss zwischen 0 und 0,95 liegen. **-maxR** erlaubt es, eine Obergrenze für die Rundheit festzulegen, um nur die Bereiche zu visualisieren, in denen die Sterne deutlich elongiert sind. Nicht ändern für die Registrierung.

-minA und **-maxA** definieren Grenzwerte für die minimale und maximale Amplitude der Sterne, die zwischen 0 und 1 normiert sind.

-focal= definiert die Brennweite des Teleskops.

-pixelsize= definiert die Pixelgröße des Sensors.

-gaussian und **-moffat** konfigurieren das zu verwendende Solver-Modell (Gaussian ist der Standard).

Wenn Moffat gewählt wird, definiert **-minbeta=** den Mindestwert von beta, für den Kandidatensterne akzeptiert werden, und muss größer oder gleich 0,0 und kleiner als 10,0 sein.

-convergence= definiert die Anzahl der Iterationen, die zur Anpassung der PSF durchgeführt werden, und sollte zwischen 1 und 3 (toleranter) eingestellt werden.

-relax= entspannt die Prüfungen, die bei Sternkandidaten durchgeführt werden, um festzustellen, ob sie Sterne sind oder nicht, damit Objekte, die nicht wie Sterne geformt sind, trotzdem akzeptiert werden (standardmäßig ausgeschaltet)

Verweis: [findstar](#), [register](#), [psf](#)

setmag  

setmag magnitude

Kalibriert die Helligkeit durch Auswahl eines Sterns und Angabe der bekannten scheinbaren Magnitude.

Alle PSF-Berechnungen liefern anschließend die kalibrierte scheinbare Magnitude anstelle einer scheinbaren Helligkeit relativ zu ADU-Werten. Beachten Sie, dass der angegebene Wert mit der Helligkeit übereinstimmen muss, damit der Beobachtungsfiler sinnvoll ist.

Zum Zurücksetzen der Magnitudenkonstante siehe UNSETMAG

Verweis: [psf](#), [unsetmag](#)

seqsetmag  

```
seqsetmag magnitude
```

Wie der Befehl SETMAG, aber für die geladene Sequenz.

Dieser Befehl ist nur gültig, nachdem Sie SEQPSF oder sein grafisches Gegenstück ausgeführt haben (wählen Sie den Bereich um einen Stern aus und starten Sie die PSF-Analyse für die Sequenz; sie wird in der Registerkarte "Grafischer Plot" angezeigt).

Dieser Befehl hat das gleiche Ziel wie SETMAG, berechnet aber die Referenzgröße für jedes Bild der Sequenz, in der der Referenzstern gefunden wurde, neu.

Beim Ausführen des Befehls wird der zuletzt analysierte Stern als Referenzstern betrachtet. Die Anzeige des Magnituden-Diagramms vor der Eingabe des Befehls erleichtert das Verständnis.

Um den Referenzstern und den Magnituden-Offset zurückzusetzen, siehe SEQUNSETMAG

Verweise: *setmag*, *seqpsf*, *psf*, *sequnsetmag*

setmem  

```
setmem ratio
```

Legt einen neuen Anteil des freien Speichers am Gesamtspeicher fest, der verwendet werden kann.

Der Wert **Ratio** sollte zwischen 0,05 und 2 liegen, je nach den anderen Aktivitäten des Computers. Ein höherer Anteil sollte es Siril ermöglichen, schneller zu Arbeiten, aber die Einstellung des Anteils des für das Stacken verwendeten Speichers über 1 erfordert die Verwendung von Festplattenspeicher als Auslagerungsspeicher, was sehr langsam ist und nicht empfohlen wird und manchmal gar nicht unterstützt wird und zu einem Systemabsturz führen kann. Eine feste Menge des RAMs kann auch in den allgemeinen Einstellungen mit SET anstelle eines Verhältnisses festgelegt werden

Verweise: *set*

setphot  

```
setphot [-inner=20] [-outer=30] [-aperture=10] [-force_radius=no] [-gain=2.3] [-min_val=0] [-max_val=600000]
```

Zeigt oder setzt die Einstellungen für die Photometrie, die hauptsächlich von SEQPSF verwendet werden. Wenn Argumente angegeben werden, aktualisieren sie die Einstellungen. Keine sind obligatorisch, es können alle angegeben werden, die Standardwerte sind in der Befehlssyntax angegeben. Am Ende des Befehls wird die aktive Konfiguration ausgedruckt. Die Öffnung ist dynamisch, es sei denn, sie wird erzwungen, der **aperture** aus den

Einstellungen wird nicht verwendet, wenn er dynamisch ist, stattdessen wird FWHM verwendet. Gain wird nur benutzt, wenn er nicht im FITS-Header verfügbar ist

Verweis: *seqpsf*

setref  

```
setref sequencename image_number
```

Legt das Referenzbild der im ersten Argument angegebenen Sequenz fest. **image_number** ist die fortlaufende Nummer des Bildes in der Sequenz, nicht die Nummer im Dateinamen, beginnend bei 1

show  

```
show [-clear] [{ -list=file.csv | [name] RA Dec }]
```

Shows a point on the loaded plate solved image using the temporary user annotations catalog, based on its equatorial coordinates. The **-clear** option clears this catalog first and can be used alone. Several points can be passed using a CSV file with the option **-file=** containing a name (cannot start with a digit), RA and Dec. This is only available from the GUI of Siril

solsys  

```
solsys [-mag=20.0]
```

Searches and displays Solar System objects in the current loaded and plate solved image's field of view, using the online IMCCE SkyBoT cone search tool. Use **-mag=** to change the limit magnitude, defaults to 20

split  

```
split file1 file2 file3 [-hsl | -hsv | -lab]
```

Teilt ein Farbbild in drei verschiedene Dateien auf (eine für jede Farbe) und speichert sie in den Dateien **file1.fit**, **file2.fit** und **file3.fit**. Als letztes Argument kann optional angegeben werden, **-hsl**, **-hsv** oder **lab**, um eine HSL-, HSV- oder CielAB-Extraktion durchzuführen. Wenn keine Option angegeben wird, erfolgt die Extraktion im RGB-Format, d.h. es wird keine Konvertierung durchgeführt

split_cfa  

split_cfa

Teilt das geladene CFA-Bild in vier verschiedene Dateien (eine für jeden Kanal) und speichert sie in Dateien

stack  

```
stack seqfilename
stack seqfilename { sum | min | max } [filtering] [-output_norm] [-out=filename]
stack seqfilename { med | median } [-nonorm, -norm=] [filtering] [-fastnorm] [-rgb_
→equal] [-output_norm] [-out=filename]
stack seqfilename { rej | mean } [rejection type] [sigma_low sigma_high] [-rejmap[s]] [-
→nonorm, -norm=] [filtering] [-fastnorm] [ -weight_from_noise | -weight_from_nbstack | -
→weight_from_wfwhm | -weight_from_nbstars ] [-rgb_equal] [-output_norm] [-out=filename]
```

Stackt die Sequenz **sequencename** unter Verwendung von Optionen.

Stacking Methode:

Die erlaubten Typen sind: "sum", "max", "min", "med" (oder "median") und "rej" (oder "mean"). Wird kein anderes Argument als der Name der Sequenz angegeben, wird Summenstacking verwendet.

Stapeln mit Ausschluss (Rejection):

Die Typen **rej** oder **mean** erfordern die Verwendung zusätzlicher Argumente für den Pixelausschluss und entsprechende Werte. Der Ausschlusstyp ist einer von **n[one]** | **p[ercentile]** | **s[igma]** | **m[edian]** | **w[insorized]** | **l[inear]** | **g[eneralized]** | **[m]a[d]** für Percentile, Sigma, Median, Winsorized, Linear-Fit, Generalized Extreme Studentized Deviate Test oder k-MAD Clipping. Wird dies nicht angegeben, wird die Standardeinstellung (Winsorized) verwendet.

Die Parameter **sigma low** und **sigma high** des Ausschlusses sind obligatorisch solange nicht **none** ausgewählt wird.

Optional können Ausschlusskarten (Rejection maps) erzeugt werden die zeigen wo Pixel in einer (**-rejmap**) oder zwei (**-rejmaps**), für niedrige und hohe Grenzwerte, ausgeschlossen werden.

Normalisierung der Eingabebilder:

Für die Stackingmethoden **med** (oder **median**) und **rej** (oder **mean**) sind verschiedene Arten der Normalisierung zulässig: **-norm=add** für additiv, **-norm=mul** für multiplikativ. Die Optionen **-norm=addscale** und **-norm=mulscale**

wenden die gleiche Normalisierung an, aber mit Skalierungsoperationen. **-nonorm** ist die Option zum Ausschalten der Normalisierung. Ansonsten wird standardmäßig die additive Methode mit Skalierung angewendet.

Die Option **-fastnorm** legt fest, dass schnellere Schätzungen für Ort und Maßstab als der Standard-IKSS verwendet werden sollen.

Die Option **-rgb_equal** verwendet die Normalisierung, um farbige Bildhintergründe auszugleichen, was nützlich ist, wenn PCC und unverknüpftes AUTOSTRETCH nicht verwendet werden.

Weitere Optionen für das Stacking mit Ausschluss:

-weighted_from_noise ist eine Option, um Bildern mit geringerem Hintergrundrauschen eine höhere Gewichtung zu geben.

-weight_from_nbstack gewichtet Bilder anhand der Anzahl der Bilder die zur Erstellung genutzt wurden, nützlich für Live Stacking.

-weight_from_nbstars or **-weight_from_wfwhm** gewichtet Bilder basierend auf der Anzahl der erkannten Sterne oder dem berechneten wFWHM-Wert bei der Registrierung.

Ausgabe:

Der Name des Ergebnisbildes kann mit der Option **-out=** festgelegt werden. Andernfalls wird es als **sequencename_stacked.fit** benannt.

-output_norm wendet eine Normalisierung am Ende des Stackings an, um das Ergebnis im Bereich [0, 1] neu zu skalieren.

Bilder herausfiltern:

Bilder, die gestapelt werden sollen, können auf der Grundlage einiger Filter, wie manuelle Auswahl oder beste FWHM, mit einigen der **-filter-** Optionen ausgewählt werden.

Verweise: *pcc*, *autostretch*

Einige davon werden gefiltert, ohne dass eine bestimmte Reihenfolge oder Anzahl festgelegt wird:

```
[-filter-fwhm=value[%|k]] [-filter-wfwhm=value[%|k]] [-filter-round=value[%|k]] [-filter-
→bkg=value[%|k]]
[-filter-nbstars=value[%|k]] [-filter-quality=value[%|k]] [-filter-incl[uded]]
```

Die besten Bilder der Sequenz können mit Hilfe der Filterargumente gestackt werden. Jedes dieser Argumente kann schlechte Bilder auf der Grundlage einer Eigenschaft, die ihrem Namen entspricht, aus den Registrierungsdaten mit einem der drei Typen von Argumentwerten entfernen:

- a numeric value for the worse image to keep depending on the type of data used (between 0 and 1 for roundness and quality, absolute values otherwise),
- a percentage of best images to keep if the number is followed by a % sign,
- or a k value for the k.sigma of the worse image to keep if the number is followed by a k sign.

Es ist auch möglich, manuell ausgewählte Bilder zu verwenden, entweder zuvor über die grafische Benutzeroberfläche oder mit den Befehlen select oder unselect, unter Verwendung des Arguments **-filter-included**.

stackall  

```
stackall
stackall { sum | min | max } [filtering]
stackall { med | median } [-nonorm, norm=] [-filter-incl[uded]]
stackall { rej | mean } [rejection type] [sigma_low sigma_high] [-nonorm, norm=]
→ [filtering] [ -weight_from_noise | -weight_from_wfwhm | -weight_from_nbstars | -weight_
→ from_nbstack ] [-rgb_equal] [-out=filename]
```

Öffnet alle Sequenzen im aktuellen Verzeichnis und stapelt sie mit dem optional angegebenen Stapeltyp und Filterung oder mit Summenstapelung. Siehe STACK-Befehl für die Beschreibung der Optionen

Verweis: [stack](#)

starnet  

```
starnet [-stretch] [-upscale] [-stride=value] [-nostarmask]
```

Dieser Befehl ruft [StarNet](#) auf, um Sterne aus dem aktuellen Bild zu entfernen.

Voraussetzung: StarNet ist ein externes Programm, das nicht automatisch mit Siril installiert wird, und muss vor der ersten Verwendung dieses Befehls korrekt installiert werden, wobei der Pfad zu seinem Installationsverzeichnis in Einstellungen / Verschiedenes korrekt eingestellt sein muss. Das Verzeichnis muss die Kommandozeilenversion des Programms enthalten (nicht die GUI-Version, die für Windows-Benutzer existiert).

Das sternlose Bild wird bei Fertigstellung geladen, und ein Bild mit der Sternmaske wird im Arbeitsverzeichnis erstellt, sofern nicht der optionale Parameter **-nostarmask** angegeben wird.

Optional können dem Befehl auch Parameter übergeben werden:

- The option **-stretch** is for use with linear images and will apply a pre-stretch before running StarNet and the inverse stretch to the generated starless and starmask images.
- To improve star removal on images with very tight stars, the parameter **-upscale** may be provided. This will upsample the image by a factor of 2 prior to StarNet processing and rescale it to the original size afterwards, at the expense of more processing time.
- The optional parameter **-stride=value** may be provided, however the author of StarNet *strongly* recommends that the default stride of 256 be used

start_ls  

```
start_ls [-dark=filename] [-flat=filename] [-rotate] [-32bits]
```

Initialisiert eine Livestacking-Sitzung unter Verwendung der optionalen Kalibrierungsdateien und wartet auf Eingabedateien, die durch den Befehl LIVESTACK bereitgestellt werden, bis STOP_LS aufgerufen wird. Standardmäßig wird die Registrierung nur mit Verschiebung und 16-Bit-Verarbeitung durchgeführt, da dies schneller ist. Dies kann mit **-rotate** und **-32bits** auf Rotation und 32 Bit geändert werden

Beachten Sie, dass die Live-Stacking-Befehle Siril in einen Zustand versetzen, in dem es nicht in der Lage ist, andere Befehle zu verarbeiten. Nach START_LS können nur noch LIVESTACK, STOP_LS und EXIT aufgerufen werden, bis STOP_LS aufgerufen wird, um Siril in den normalen, nicht-Live-Stacking-Zustand zurückzubringen

Verweise: [livestack](#), [stop_ls](#), [exit](#)

stat  

```
stat [-cfa] [main]
```

Liefert Statistiken für das aktuelle Bild, standardmäßig die Basiswerte oder die Hauptliste, wenn **main** übergeben wird. Wenn eine Auswahl getroffen wird, werden die Statistiken innerhalb der Auswahl berechnet. Wenn **-cfa** übergeben wird und es sich um ein CFA-Bild handelt, werden die Statistiken für die einzelnen Farbkanäle erstellt

stop_ls  

```
stop_ls
```

Beendet die Live-Stacking-Sitzung. Nur möglich nach START_LS

Verweis: [start_ls](#)

subsky  

```
subsky { -rbf | degree } [-dither] [-samples=20] [-tolerance=1.0] [-smooth=0.5]
```

Berechnet einen synthetischen Hintergrundgradienten unter Verwendung des Polynomfunktionsmodells des Grades **degree** oder des RBF-Modells (wenn stattdessen **-rbf** angegeben wird) und subtrahiert ihn vom Bild.

Die Anzahl der Stichproben pro horizontaler Linie und die Toleranz zum Ausschluss hellerer Bereiche können mit den optionalen Argumenten angepasst werden. Die Toleranz wird in MAD-Einheiten angegeben: Median + Toleranz * mad.

Dithering, das für geringe dynamische Gradienten erforderlich ist, kann mit **-dither** aktiviert werden.
Für RBF ist auch der zusätzliche Glättungsparameter verfügbar

synthstar  

synthstar

Korrigiert schlechte Sterne im geladenen Bild. Unabhängig davon, wie viel Koma, Nachführdrift oder andere Verzerrungen Ihre Sterne haben, wenn Sirils Sternsucherroutine sie erkennen kann, wird synthstar sie korrigieren. Wenn Sie besonders vorsichtig sein wollen, sollten Sie alle Sterne, die Sie korrigieren möchten, manuell auswählen. Dazu können Sie den Konsolenbefehl findstar oder den Dialog Dynamischer PSF verwenden. Wenn Sie die Sternsuche nicht ausgeführt haben, wird sie automatisch mit den Standardeinstellungen ausgeführt.

Die besten Ergebnisse erzielen Sie, wenn Sie Synthstar vor dem Strecken ausführen.

Das Ergebnis von synthstar ist eine vollständig korrigierte synthetische Sternmaske mit perfekt runden Stern-PSFs (Moffat- oder Gauß-Profilen je nach Sternsättigung), die so berechnet werden, dass sie mit der Intensität, der FWHM, dem Farbton und der Sättigung übereinstimmen, die für jeden im Eingabebild erkannten Stern gemessen wurden. Diese kann dann mit dem sternlosen Bild rekombiniert werden, um ein Bild mit perfekten Sternen zu erzeugen.

Für diesen Befehl sind keine Parameter erforderlich

Verweis: [psf](#)

threshlo  

threshlo level

Ersetzt Werte unter **level** durch **level** im geladenen Bild

threshhi  

threshi level

Ersetzt Werte über **level** durch **level** im geladenen Bild

thresh  

```
thresh lo hi
```

Ersetzt Werte unter **level** durch **level** im geladenen Bild

tilt  

```
tilt [clear]
```

Berechnet die Verkipfung des Sensors als FWHM-Differenz zwischen dem besten und dem schlechtesten abgeschnittenen Mittelwert der Ecken. Die Option **clear** erlaubt es, die Darstellung zu löschen

unclipstars  

```
unclipstars
```

Reprofilert übersättigte Sterne, um sie zu entsättigen, und skaliert die Ausgabe so, dass alle Pixelwerte $\leq 1,0$ sind

unselect  

```
unselect sequencename from to
```

Ermöglicht die einfache Abwahl von vielen Bildern in der geladenen Sequenz (von **from** bis **to** eingeschlossen).
Siehe SELECT

Verweis: *select*

unsetmag  

```
unsetmag
```

Setze die Magnituden-Kalibrierung auf 0 zurück. Vgl. SETMAG

Verweis: [setmag](#)

unsharp  

```
unsharp sigma multi
```

Wendet eine Unschärfemaske an, d. h. ein Gaußfilter mit Sigma **sigma** und einer Überblendung mit dem Parameter **amount**, die wie folgt verwendet wird: $out = in * (1 + amount) + filtered * (-amount)$.

Siehe auch GAUSS, dasselbe ohne Überblendung

Verweise: [gauss](#)

visu  

```
visu low high
```

Zeigt ein Bild mit **low** und **high** als untere und obere Schwelle an, nur GUI

wavelet  

```
wavelet nbr_layers type
```

Berechnet die Wavelet-Transformation auf (**nbr_layers**=1...6) Layer(n) unter Verwendung der linearen (**type**=1) oder bspline (**type**=2) Version des 'à trous' Algorithmus. Das Ergebnis wird in einer Datei als Struktur gespeichert, die die Layer enthält, vorbereitet für die gewichtete Rekonstruktion mit WRECONS.

Siehe auch EXTRACT

Verweise: *wrecons*, *extract*

wiener  

```
wiener [-loadpsf=] [-alpha=]
```

Stellt ein Bild mit Hilfe der Wiener Entfaltungsmethode wieder her.

Optional kann ein PSF (erzeugt mit MAKEPSF) mit dem Argument **-loadpsf=filename** geladen werden.

Der Parameter **-alpha=** gibt den Regularisierungsfaktor für Gaußsches Rauschen an

Verweise: *psf*, *makepsf*

wrecons  

```
wrecons c1 c2 c3 ...
```

Rekonstruiert das aktuelle Bild aus den Layern, die zuvor mit wavelets berechnet und mit den Koeffizienten **c1**, **c2**, ..., **cn** entsprechend der Anzahl der für die Wavelet-Transformation verwendeten Layer gewichtet wurden, nach der Nutzung von WAVELET

Verweise: *wavelet*

Wie man Probleme meldet

Wenn Sie trotz des Studiums der Dokumentation und der Tutorials auf ein seltsames Verhalten stoßen, finden Sie auf dieser Seite Hinweise, was Sie in einer solchen Situation tun können. Zunächst einmal: Wenn Sie glauben, dass es ein Problem gibt, hilft es uns nicht, eine Lösung zu finden, wenn Sie nur sagen, dass es nicht funktioniert. Wir sind keine Wahrsager und brauchen Informationen, um das Problem zu erkennen und eine Lösung zu finden. Daher ist es wichtig, dass Sie uns mitteilen, was Sie zum Zeitpunkt des Auftretens des Problems getan haben, welches Betriebssystem Sie verwenden, welche Version von Siril Sie benutzen und vor allem Protokolldateien!

21.1 Änderungsprotokolle und Bug-Tracker prüfen

Zunächst einmal, wenn Sie einen Fehler in Siril finden, kann es sein, dass er bereits gemeldet wurde (manchmal buchstäblich Dutzende von Malen). Wir bitten Sie daher, zuerst zu prüfen, z.B. indem Sie sich [changelogs](#), oder [tickets](#) ansehen, die bereits **geöffnet** und sogar **geschlossen** wurden.

21.2 Senden Sie uns nützliche Informationen

Wie in der Einleitung erwähnt, benötigen wir zusätzliche Informationen, um das Problem zu lösen:

1. Welches Betriebssystem verwenden Sie? Da sich Siril unter Windows, Linux oder macOS sehr unterschiedlich verhalten kann, benötigen wir diese Information. Bitte seien Sie so genau wie möglich.
2. Welche Version von Siril verwenden Sie? Und wie haben Sie es bekommen? Das Paket wurde von der Siril-Webseite heruntergeladen? Über einen Drittanbieter? Selber kompiliert? Bitte seien Sie auch hier so präzise wie möglich.
3. Manchmal ist es nützlich, Bildschirmfotos zu teilen. Bitte machen Sie jedoch **keine Screenshots mit Ihrem Smartphone** - sie sind unleserlich. Ihr Betriebssystem ist in der Lage, ganz einfach Screenshots zu erstellen (Google <<https://www.google.com>>_ kann Ihnen dabei helfen) und auch Siril bietet eine solche Funktion (die Taste mit der Kamera). Schließlich sind die gewünschten Formate Bildformate: jpg, bmp oder png, aber absolut nicht pdf.

4. Schicken Sie uns Protokolle. Idealerweise bevorzugen wir englische Protokolle! Gehen Sie einfach zu den Siril-Einstellungen und ändern Sie die Sprache auf Englisch in der Registerkarte Benutzeroberfläche. Außerdem gibt es zwei Arten von Protokollen: die in der Siril-Konsole angezeigten, die die von der Software ausgeführten Schritte beschreiben und uns bei der Fehlersuche helfen können, und die internen Protokolle, die sichtbar sind, wenn Siril über die Befehlszeile ausgeführt wird:

- Erstere sind in den meisten Fällen sehr nützlich und können ganz einfach über die Schaltfläche unten rechts exportiert werden. Dadurch wird eine Datei erstellt, die Sie uns einfach zusenden können.
- Wenn die Software jedoch abstürzt (d. h. plötzlich ohne Vorwarnung beendet wird), müssen Sie Siril über die Befehlszeile starten und versuchen, den Absturz zu reproduzieren und die Protokolle abzurufen. Hier hängt die Methode vom Betriebssystem ab.
 - Microsoft Windows: Öffnen Sie ein Kommandofenster (geben Sie `cmd` in der Windows-Suchleiste ein) und geben Sie Folgendes ein:

```
"C:\Program Files\Siril\bin\siril.exe" 2>&1 >output.log
```

Dies speichert die Datei `output.log` in dem Ordner, in dem das Terminal gestartet wurde (in den meisten Fällen im Ordner `%USERPROFILE%`).

- macOS: Wenn Sie Siril im Ordner "Programme" installiert haben, was im Allgemeinen empfohlen wird, öffnen Sie zunächst die Anwendung Terminal im Ordner "Dienstprogramme" in "Programme" und fügen Sie die folgende Zeile ein:

```
/Applications/Siril.app/Contents/MacOS/siril > ~/Desktop/output.log 2>&1
```

Nach dem Absturz sind die Protokolle auf dem Desktop in der Datei `output.log` verfügbar.

- GNU/Linux: Starten Sie Siril einfach in einem Terminal. Normalerweise befindet sich die Binärdatei in der `$PATH`-Variable, in diesem Fall geben Sie ein:

```
siril > output.log 2>&1
```

ist alles, was Sie brauchen, um die Protokolle in die Datei `output.log` umzuleiten. Dies speichert die Datei `output.log` in dem Ordner, in dem das Terminal gestartet wurde

5. Schicken Sie uns Ihr Bild. Wenn Sie Ihr Bild seltsam finden, zögern Sie nicht, es mit uns zu teilen, normalerweise im FITS-Format. Das ist immer interessanter als ein Bildschirmfoto. Dazu müssen Sie einen Dienst für den Austausch großer Dateien nutzen. Es gibt viele davon, und wir können zum Beispiel [WeTransfer](#) empfehlen. In diesem Fall laden Sie Ihre Daten zu WeTransfer hoch und erhalten einen Download-Link zum Weitergeben.

21.3 Wie können Sie uns kontaktieren?

Es gibt mehrere Möglichkeiten, uns zu kontaktieren und einen Fehler zu melden. Am einfachsten ist es, uns im [Forum](#) zu finden. Aber es ist auch möglich, ein Ticket in unserem [gitlab repository](#) zu eröffnen. In diesem Fall überprüfen Sie bitte zuerst, ob das gleiche Ticket nicht schon einmal geöffnet wurde. In diesem Fall wird eine kurze Beschreibung mit einer Ticketnummer im [Changelog](#) angezeigt. Um das Ticket (auch ein geschlossenes) zu sehen und zu bestätigen, dass Sie dasselbe Problem haben oder nicht, gehen Sie an die Adresse <https://gitlab.com/free-astro/siril/-/issues/XXXX> mit XXXX als Ticketnummer.

Literaturverzeichnis

- [Fischler1981] Fischler, M. A., & Bolles, R. C. (1981). Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Communications of the ACM*, 24(6), 381-395.
- [Valdes1995] Valdes, F. G., Campusano, L. E., Velasquez, J. D., & Stetson, P. B. (1995). FOCAS automatic catalog matching algorithms. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 107(717), 1119.
- [Peter2009] Peter J. Huber und E. Ronchetti (2009), *Robust Statistics*, 2te Ed., Wiley
- [ConejeroPI] Juan Conejero, ImageIntegration, Pixinsight Tutorial
- [Rosner1983] Rosner, B. (1983). *Percentage points for a generalized ESD many-outlier procedure*. *Technometrics*, 25(2), 165-172.
- [Anger2018] Anger, J., Facciolo, G., & Delbracio, M. (2018). *Estimating an image's blur kernel using natural image statistics, and deblurring it: an analysis of the Goldstein-Fattal method*. *Image Processing On Line*, 8, 282-304. <https://doi.org/10.5201/ipol.2018.211>
- [Anger2019] Anger, J., Facciolo, G., & Delbracio, M. (2019). Blind image deblurring using the l0 gradient prior. *Image processing on line*, 9, 124-142. <https://doi.org/10.5201/ipol.2019.243>
- [Goldstein2012] Goldstein, A., & Fattal, R. (2012, October). *Blur-kernel estimation from spectral irregularities*. In *European Conference on Computer Vision* (pp. 622-635). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33715-4_45
- [Lucy1974] Lucy, L. B. (1974). *An iterative technique for the rectification of observed distributions*. *The astronomical journal*, 79, 745. <https://doi.org/10.1086/111605>.
- [Lebrun2013] Lebrun, M., Buades, A., & Morel, J. M. (2013) *Implementation of the “Non-Local Bayes” (NL-Bayes) Image Denoising Algorithm*. *Image Processing On Line*, 3 , pp. 1–42. <https://doi.org/10.5201/ipol.2013.16>
- [Pierazzo2017] Pierazzo, N., & Facciolo, G. (2017). *Data adaptive dual domain denoising: a method to boost state of the art denoising algorithms*. *Image Processing On Line*, 7, 93-114. <https://doi.org/10.5201/ipol.2017.203>
- [Mäkitalo2011] Mäkitalo, M., & Foi, A. (2012, March). *Poisson-gaussian denoising using the exact unbiased inverse of the generalized anscombe transformation*. In *2012 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 1081-1084). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2012.6288074>
- [Mäkitalo2012] Makitalo, M., & Foi, A. (2011). *A closed-form approximation of the exact unbiased inverse of the Anscombe variance-stabilizing transformation*. *IEEE transactions on image processing*, 20(9), 2697-2698. <https://doi.org/10.1109/TIP.2011.2121085>

- [Romano2015] Romano, Y., & Elad, M. (2015). *Boosting of image denoising algorithms*. SIAM Journal on Imaging Sciences, 8(2), 1187-1219. <https://doi.org/10.1137/140990978>
- [Wright2003] Wright, Grady Barrett. Radial basis function interpolation: numerical and analytical developments. University of Colorado at Boulder, 2003.
- [Stetson1987] Stetson, P. B. (1987). DAOPHOT: A computer program for crowded-field stellar photometry. Publikation der Astronomical Society of the Pacific, 99(613), 191.

A

addmax, 325
asinh, 325
autoghs, 326
autostretch, 326

B

bg, 326
bgnoise, 327
binxy, 327
boxselect, 327

C

calibrate, 327
calibrate_single, 328
capabilities, 329
catsearch, 329
cd, 329
cdg, 330
clahe, 330
clear, 330
clearstar, 330
close, 331
convert, 331
convertraw, 331
cosme, 332
cosme_cfa, 332
crop, 332

D

ddp, 333
denoise, 333
dir, 334
dumpheader, 334

E

entropy, 334
exit, 335
extract, 335

extract_Green, 335
extract_Ha, 335
extract_HaOIII, 336

F

fdiv, 336
ffill, 336
fftd, 337
ffti, 337
fill, 337
find_cosme, 337
find_cosme_cfa, 338
find_hot, 338
findstar, 338
fix_xtrans, 339
fixbanding, 339
fmedian, 339
fmul, 340

G

gauss, 340
get, 340
getref, 341
ght, 341
grey_flat, 341

H

help, 342
histo, 342

I

iadd, 342
idiv, 342
imul, 343
inspector, 343
invght, 343
invmodasinh, 343
invmtf, 344
isub, 344

J

jsonmetadata, 344

L

light_curve, 344
linear_match, 345
link, 345
linstretch, 346
livestack, 346
load, 346
log, 346
ls, 347

M

makepsf, 347
merge, 348
merge_cfa, 348
mirrorx, 349
mirrorx_single, 349
mirrory, 349
modasinh, 350
mtf, 350

N

neg, 350
new, 351
nomad, 351
nozero, 351

O

offset, 352

P

parse, 352
pcc, 352
platesolve, 353
pm, 354
preprocess, 354
preprocess_single, 355
psf, 356

R

register, 356
reloadscripts, 357
requires, 357
resample, 357
rgbcomp, 358
rgradient, 358
rl, 358
rmgreen, 359
rotate, 359
rotatePi, 360

S

sat, 360
save, 360
savebmp, 361
savejpg, 361
savepng, 361
savepsf, 361
savetif, 362
savetif32, 362
savetif8, 362
sb, 362
select, 363
seqapplyreg, 363
seqclean, 365
seqcosme, 365
seqcosme_cfa, 365
seqcrop, 365
seqextract_Green, 366
seqextract_Ha, 366
seqextract_Ha0III, 366
seqfind_cosme, 367
seqfind_cosme_cfa, 367
seqfindstar, 367
seqfixbanding, 368
seqght, 368
seqheader, 368
seqinvght, 368
seqinvmodasinh, 369
seqlinstretch, 369
seqmerge_cfa, 369
seqmodasinh, 370
seqmtf, 370
seqplatesolve, 371
seqpsf, 370
seqrl, 372
seqsb, 372
seqsetmag, 377
seqsplit_cfa, 372
seqstarnet, 373
seqstat, 373
seqsubsky, 373
seqtilt, 374
sequnsetmag, 374
seqwiener, 374
set, 375
set16bits, 375
set32bits, 375
setcompress, 375
setcpu, 376
setext, 376
setfindstar, 376
setmag, 377
setmem, 378
setphot, 378

setref, 379
show, 379
solsys, 379
split, 379
split_cfa, 380
stack, 380
stackall, 382
starnet, 382
start_ls, 382
stat, 383
stop_ls, 383
subsky, 383
synthstar, 384

T

thresh, 385
threshhi, 384
threshlo, 384
tilt, 385

U

unclipstars, 385
unselect, 385
unsetmag, 386
unsharp, 386

V

visu, 386

W

wavelet, 386
wiener, 387
wrecons, 387