

Handzettel zur Reduktion von CCD-Spektren mit MIDAS

Michael Büchner * Günter Gebhard †

15. September 1997

Zusammenfassung

Vom Einlesen der Daten bis zur Erstellung eines normierten Spektrums werden alle notwendigen MIDAS-Befehle vorgestellt. Am Schluß wird noch auf die Berechnung der Äquivalentbreite eingegangen und gezeigt wie Teilspektren zu einem großen Spektrum zusammengefügt werden können.

In dieser Anleitung wird ein vereinfachtes Verfahren dargestellt, nach dem man CCD-Spektren mit Hilfe des Programmpakets MIDAS (Munich Image Data Analysis System) reduzieren kann. Wir gehen davon aus, daß die CCD-Aufnahmen im FITS-Format vorliegen und die Dunkelstromkorrektur bereits bei der Aufnahme durchgeführt wurde. Die Spektren sollen parallel zur X-Achse sein und die Wellenlänge von links nach rechts ansteigen (s.u.). Die Namen der Bilddateien sollen die Form *nnnn.mt aufweisen. Dabei sind * beliebige Zeichen und nnnn eine vierstellige Nummer.

Die notwendigen Eingaben für die MIDAS-Kommandos erscheinen in **Schreibmaschinenschrift** und die beispielhaften Bildnamen in **kursiv**. Als Bildnamen sollten dabei unbedingt selbsterklärende Bezeichnungen gewählt werden.

MIDAS ist ein kommandozeilenorientiertes Programm. Die CCD-Bilder werden dabei in einem eigenen Display-Fenster angezeigt. Strichgraphiken werden im Graphics-Fenster dargestellt. Das Bild- und das Graphikfenster muß im Context Long nicht eigens geöffnet werden.

Die Wellenlängen des Vergleichsspektrums müssen in einer Tabelle **Lampe.tbl** in einem Format vorliegen, das Midas versteht. Für die Kalibration können nur Wellenlängen aus dieser Tabelle verwendet werden. Für Neon, Argon, Krypton, Helium und Xenon können diese Tabellen als ascii- oder FITS-Dateien bei den Autoren angefordert werden. Midas selbst enthält die Tabelle **hear.tbl**.

*Sternfreunde Franken ba1314@fen.baynet.de

†Sternwarte Neumarkt, Sternfreunde Franken ggebhard@bene.baynet.de

1. Vorarbeiten

- MIDAS läuft unter X-Windows mit 8 Bit Farbtiefe.
- Das Programm wird mit `inmidas` gestartet.
- Ausführliche Beschreibungen der Kommandos erhält man mit `HELP Kommando`. `helpmidas` startet ein graphisches Interface, mit dem die Hilfetexte auch außerhalb von MIDAS gelesen werden können.
- `SET/CONTEXT long` lädt die Programme zur Bearbeitung von Spaltspektren zum Standard-MIDAS hinzu.
- `CREATE/DISPLAY` öffnet ein Fenster zur Darstellung der 2-dimensionalen CCD-Rohbilder.
- `LOAD/LUT rainbow` lädt die Falschfarbendarstellung in ein bestehendes Displayfenster.
- `GRAPH/LONG` erzeugt im Context Long ein Graphikfenster zur Darstellung der Spektren.
- Zunächst müssen die FITS-Dateien in das MIDAS-eigene BDF-Format umgewandelt werden. Es liegen z.B. zehn Aufnahmen der Sonne vor: `sun0001.mt` bis `sun0010.mt`. Die Bilder 2 bis 8 werden mit `INTAPE/FITS 2-8 sun sun` eingelesen. Die so erzeugten Dateien `sun0002.bdf` etc. können nun mit MIDAS bearbeitet werden.
(Die eventuelle Fehlermeldung *unexpected end of file* hat aber keine weiteren schädlichen Folgen.)

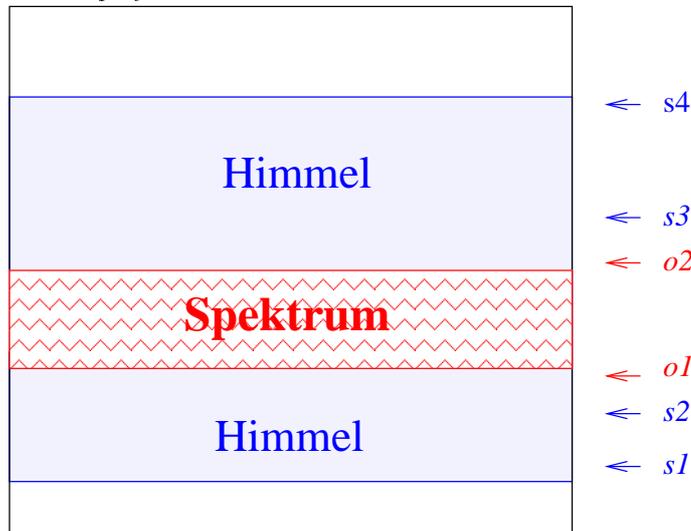
Die nächsten drei Punkte müssen nur bearbeitet werden, wenn die Wellenlänge auf den Rohbildern nicht von links nach rechts ansteigt.

- Falls die Wellenlänge in den Aufnahmen von rechts nach links steigt, müssen die Bilder gespiegelt und die Achsenbeschriftung richtiggestellt werden:
`FLIP/IMAGE sun0002`
`WRITE/DESCRIPTOR sun0002 start/d/1/2 0.,0.`
`WRITE/DESCRIPTOR sun0002 step/d/1/2 1.,1.`
- Mit `TRANPOSE/IMAGE sun0002 sun0002` können X- und Y-Achse vertauscht werden.
- Mit `REBIN/ROTATE` kann das Bild um einen bestimmten Winkel gedreht werden. Einzelheiten siehe `HELP REBIN/ROTATE`.

2. Extraktion des Objekt- und des Vergleichsspektrums

- `LOAD/IMAGE sun0002` öffnet, falls notwendig ein Displayfenster und stellt darin das 2-dimensionale Spektrum dar. Die Größe des Fensters wird im allgemeinen nicht zu den Abmessungen des Spektrums passen. `HELP CREATE/DISP` zeigt, wie man ein Fenster der richtigen Größe erzeugt. Die Größe eines einmal erstellten Fensters sollte nicht mehr geändert werden.
- `GET/CURSOR` aktiviert den Displaycursor um die Grenzen von Objekt und Himmel anzugeben. Mit der linken Maustaste wird die momentane Position des Cursors im Textfenster ausgedruckt. Das Spektrum muß vollständig im Bereich `[o1;o2]` liegen.

Das Displayfenster



Mit der mittleren bzw. rechten Maustaste wird der Cursor im Displayfenster beendet.

- **SKYFIT/LONG** *sun0002 sky s1,s2,s3,s4* erstellt ein spaltenweises Modell des Himmelhintergrundes. Der Hintergrund wird dabei im Bild *sky* abgelegt.
- **EXTRACT/LONG** *sun0002 sun0002e sky o1,o2* erstellt das 1-dimensionale Spektrum *sun0002e*, wobei der Himmelhintergrund abgezogen wird und spaltenweise ein gewichteter Mittelwert des Spektrums berechnet wird.
- **PLOT/ROW** *sun0002e* zeigt das Spektrum im geöffneten Graphikfenster an.
- Die Schritte **SKYFIT/LONG** und **EXTRACT/LONG** müssen nun analog auch für das Vergleichsspektrum *vsun0002* durchgeführt werden. Mit der Cursortaste  können die verwendeten MIDAS-Kommandos wieder angezeigt werden. Dann kann man sie editieren und braucht nicht die ganzen Kommandos neu einzugeben.

3. Wellenlängenkalibration

Zu Beginn jeder Wellenlängenkalibration müssen einige Schlüsselwörter (keywords) definiert werden:

- **SET/LONG** *WLC=vsun0002e THRES=x WIDTH=y LINCAT=Lampe TOL=2 DCX=3*
WLC: Name des extrahierten Vergleichsspektrums.
THRES: Schwellenhöhe der schwächsten Vergleichslinie über dem benachbarten Untergrund
WIDTH: Breite des Suchfensters in Pixel
LINCAT: Tabelle der Wellenlängen im Vergleichsspektrum
TOL: zulässige Abweichung der Linien im Vergleichsspektrum in Å.
DCX: Grad des Polynoms der Dispersionsrelation. Diese Zahl darf nicht größer sein als die Anzahl der erkannten Wellenlängen minus eins.
- **SEARCH/LONG** sucht nach den Linien im Spektrum *vsun0002e* und zeigt die Anzahl der gefundenen Linien an.
- **PLOT/SEARCH** öffnet gegebenenfalls das Graphikfenster und markiert die gefundenen Linien im Spektrum.

- **IDENTIFY/LONG** aktiviert den Cursor im Graphikfenster. Man klickt die Linien an, deren Wellenlänge man kennt und gibt diese in Å im Kommandofenster ein. Es müssen mindestens zwei Wellenlängen angegeben werden. Die Angabe der Vorkommastellen genügt. Mit der mittleren Maustaste beendet man die Identifizierung im Graphikfenster.
- **CALIBRATE/LONG** berechnet nun anhand der Vergleichslinientabelle die Dispersionsrelation.
- **REBIN/LONG sun0002e sun0002r** überträgt die berechnete Dispersionsrelation auf das Sternspektrum.
- **PLOT/ROW sun0002r** bringt das kalibrierte Spektrum im Graphikfenster zur Anzeige.
- **COPY/GRAPH 1p** sendet den Inhalt des Graphikfensters zum Drucker mit dem Namen *1p*.

4. Weitere Schritte für Sternspektren

(a) Normierung des Spektrums

- **NORMALIZE/SPECTRUM sun0002r nor** erstellt interaktiv in Graphikfenster eine Kurve, die das Kontinuum darstellt.
- **COMPUTE/IMAGE sun0002n = sun0002r/nor** erzeugt das normierte Spektrum *sun0002n*.

(b) Messung von Äquivalentbreiten

- **PLOT/ROW sun0002r ? λ_{Start} , λ_{Ende}** bringt den Teil des Spektrums zwischen λ_{Start} und λ_{Ende} zur Anzeige. Dabei ist darauf zu achten, daß die Linienflügel vollständig dargestellt werden.
- **INTEGRATE/LINE sun0002r** eröffnet die interaktive Berechnung der Äquivalentbreite. Man klickt im Graphikfenster den linken und den rechten Rand der Linie im Kontinuum an (Beenden mit der mittleren Maustaste) und erhält zwie Zahlenreihen. Die Äquivalentbreite steht in der zweiten Zeile rechts.

(c) Aneinanderreihen mehrerer Einzelspektren zu einem Gesamtspektrum

- **REBIN/LINEAR sun0002n rebsun02 0.5** und **REBIN/LINEAR sun0003n rebsun03 0.5** erzeugen zwei Teilspektren mit der einheitlichen Schrittweite von beispielsweise 0,5 Å/Pixel.
- Mit **GET/CURSOR** ermittelt man den Pixelwert an der „Klebestelle“ und skaliert die Spektren auf einen einheitlichen Pixelwert:
- **COMPUTE/IMAGE sca02 = rebsun02*Faktor**
- **EXTRACT/IMAGE mer02 = sca02[<: x2]** und **EXTRACT/IMAGE mer03 = sca03[x2 :>]** erzeugen zwei Bilder, die sich durch geeignete Wahl von *x2* und *x3* noch ein paar Pixel überlappen sollen.
- **MERGE/SPECTRUM mer02 mer03 mersun23** reiht dann die Spektren von links nach rechts aneinander.
- **PLOT/ROW mersun23**
- Mit **COPY/GRAPH 1p** kann das Spektrum dann ausgedruckt werden.

5. Schluß

- **BYE** beendet MIDAS.