S2 - Bestimmung der Magnetfeldstärke eines Sonnenflecks

Aufgabe

Bestimmen sie die Magnetfeldstärke eines Sonnenflecks aus der Aufspaltung der Spektrallinien durch den Zeeman-Effekt.

Beobachtung

Die Beobachtung wird mit dem Sonnenteleskop im Einsteinturm durchgeführt.

Datenreduktion

Datenreduktion für Daten die vor 2016 aufgenommen wurden:

Einloggen im Praktikumspool. Kopieren der Beobachtungsdaten (TIFF-Files) aus dem Verzeichnis `~/data/<datum>` ins eigene Verzeichnis `~/data_reduction/`. Mit dem Kommando **ls** wird der Inhalt des Verzeichnisses angezeigt. Es sollten nach dem Kopieren mindestens zwei TIFF-Dateien vorhanden sein, deren Namen u.U. auf Aufnahme des Ostrandes und des Westrandes hinweisen.

Die TIFF-Bilder können mit **ImageMagick** über das Konsolenkommando

```
display filename.TIF
```

angesehen werden. (Die Kontrasteinstellungen sind allerdings in der Regel unvorteilhaft eingestellt, so dass es extrem dunkel wirkt.) Zur Auswertung verwenden wir *GDL*. Das hier benötigte Programm muss dann folgende Schritte durchführen:

- Konvertierung von TIFF in FITS mittels Befehlsbaustein vom Einsteinturm
- Einlesen des Fits-Files
- Umstellen der Byte-Ordnung der 16-bit-Zahlen (Bitte erst prüfen, ob dies bei den Daten vom Einsteinturm nötig ist!)
- Für die anschließende Auswertung mit Python müssen die Bilder rotiert werden, sodass die Dispersionsrichtung in Richtung der x-Achse liegt. Dazu muss die Bildmatrix gedreht werden.
- Speichern des konvertierten und rotierten Bildes als Fits-File

Praktischerweise steht bereits ein Programmbaustein im Skriptverzeichnis zur Verfuegung, der eine umfassende Konvertierungsroutine enthaelt. Im *GDL*-Programm `konvert.pro` ist diese inklusive eines kleinen Aufrufprogramms am Ende enthalten. Mittels eines Texteditors, z.B.

```
kate konvert.pro &
```

muss nun nur noch der Aufrufteil an die aktuelle Sitation (Bilddimensionen, Dateinamen) angepasst werden. Kompiliert wird das Programm nach dem Aufruf von *GDL* mittels

```
gdl> .compile konvert.pro
```

Der Aufruf selbst erfolgt ebenfalls unter gdl einfach mit dem Programmnamen, ueblicherweise

```
gdl> konvert
```

Das Programm erzeugt dann die entsprechend gedrehten Fits-Dateien. Diese können dann ausserhalb von *GDL* mit

```
ds9 filename.fits &
```

betrachtet werden. Das Bild sollte gegenüber dem Original deutlich klarer aussehen und die Dispersionsrichtung gedreht sein.

Auswertung

Für die Auswertung kann das aus dem Versuch S1 bekannte Python-Skript *comparespecs.py* verwendet werden. Die Angaben sind entsprechend anzupassen und es ist zu beruecksichtigen, dass nun beide Spektren in einer Datei stehen. Verwenden Sie den Editor ihrer Wahl. Die Spektren sollten wiederum über einige Reihen gemittelt werden, um potentielle Pixelfehler auszugleichen, wobei die Bereiche maximaler Aufspaltung auszuwählen sind. Speichern Sie das Skript und führen es mit

```
./comparespecs.py
```

aus. Dies ergibt eine PS-Datei mit den überlagerten Spektren, die mittels

```
gv speccmp.ps &
```

betrachtet werden kann. Der Dateiname kann auch innerhalb des Skripts angepasst werden. Die Verschiebung der Zeeman-Komponenten $\Delta \lambda$ muss ausgemessen werden. Für die Wellenlängeneichung werden die atmosphärischen Sauerstofflinien (nach unten stehender Tabelle) benutzt. Die magnetische Induktion ergibt sich zu:

$B[\mathrm{T}] = \frac{4\pi m_\mathrm{e} c}{e} \cdot \frac{\Delta \lambda}{g\lambda_0^2} = 2.142\cdot 10^7\cdot\frac{\Delta \lambda[\mathrm{nm}]}{g\lambda_0^2[\mathrm{nm}]^2} = 2.142\cdot 10^4\cdot\frac{\Delta \lambda[\mathrm{pm}]}{g\lambda_0^2[\mathrm{nm}]^2}$

mit den Wellenlängen λ_0 und Landé-Faktoren g:

	$\lambda_0\,[\mathrm{nm}]$	
Fe	630,151	$g = \frac{5}{3}$
Fe	630,250	$g = \frac{5}{2}$
O_2	629.846	
O_2	629.923	

	$\lambda_0\,[\mathrm{nm}]$	
O_2	630,200	
O_2	630,276	

Protokoll

A combined report for S1 and S2 with the usual content is to be handed in. See a general overview about the required structure and content here.

For this experiment, the theoretical overview in the report should give a short introduction to the *Einsteinturm* and its instrumentation. Describe how the rotation of the sun is calculated from an observable line shift and the physical background behind it. Mention further geometric corrections that need to be accounted for. Then describe the basics for the Zeeman effect and how we use it in this experiment. This includes a derivation of the formula above. Discuss the importance of the Zeeman splitting for this laboratory course (e.g. which polarization components are visible and which are measured in our observation).

In the methods section describe the observations and the data extraction, highlight points that deviate from general description in here and list all the parameters you set for the extraction. Search for an image of the investigated sunspots in the SOHO-Archive. Classify the sunspot following the Waldmeier (Zurich) scheme.

The results and analysis part presents the extracted solar spectra. It also includes the measurement of the radial velocity shift and the line splitting. Do not forget to list the individual lines that you use with their respective rest frame wavelength, line shift, etc. Calculate the solar rotation and the strength of the magnetic field.

Finally, discuss your findings. Bring your results into a larger context and make a literature comparison to known solar rotation period and typical magnetic field strength in sun spots. This also includes that you identify potential problems with the data, the data reduction, or the analysis and possible solutions for them. Are their inconsistencies? Do your resulting period and field strength match your expectations? If not, what are potential reason for that?

Empfohlene Literatur

Zum Zeeman Effekt: *Joachim Stöhr - Magnetism: From Fundamentals to Nanoscale Dynamics* (Ausgabe in der Bibliothek Golm, IKMZ)

Übersicht: Praktikum

From:
https://polaris.astro.physik.uni-potsdam.de/wiki/ - **OST Wiki**

Permanent link:
https://polaris.astro.physik.uni-potsdam.de/wiki/doku.php?id=de:praktikum:sonnenspektroskopie&rev=1627631832

Last update: **2021/07/30 07:57**