

# 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 Einsteturm 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 Einsteturm
- Einlesen des Fits-Files
- Umstellen der Byte-Ordnung der 16-bit-Zahlen (Bitte erst prüfen, ob dies bei den Daten vom Einsteturm 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 Verfüzung, der eine umfassende Konvertierungsroutine enthält. 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 *comparerespecs.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

```
./comparerespecs.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:

$$B[\text{mT}] = \frac{4\pi m_e c}{\lambda^2} \cdot \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0^2} = 2.142 \cdot 10^7 \cdot \frac{\Delta \lambda [\text{nm}]}{\lambda_0^2 [\text{nm}^2]} = 2.142 \cdot 10^4 \cdot \frac{\Delta \lambda [\text{pm}]}{\lambda_0^2 [\text{nm}^2]}$$

mit den Wellenlängen  $\lambda_0$  und Landé-Faktoren  $g$ :

	$\lambda_0, [\text{nm}]$	
Fe	630,151	$g = \frac{5}{3}$
Fe	630,250	$g = \frac{5}{2}$
O <sub>2</sub>	629.846	
O <sub>2</sub>	629.923	

	$\$\\lambda_0, [\mathrm{nm}]$	
O <sub>2</sub>	630,200	
O <sub>2</sub>	630,276	

## Protokoll

Es ein Praktikumsbericht nach den ueblichen Richtlinien anzufertigen, der S1 und S2 beinhaltet. Allgemine Hinweise und Details zur Ausarbeitung eines Praktikumsberichts koennen [hier](#) eingesehen werden.

Fuer diesen Versuch (S1+S2) soll im Rahmen des theoretischen Hintergrundes eine Einfuehrung und Beschreibung des Einsteinturms und der dortigen Instrumentierung gegeben werden. Beschreibe dann wie die Rotation der Sonne bestimmt wird aus einer beobachtbaren Linienverschiebung und erlaeutere die physikalischen Grundlagen. Beachte hierbei auch moegliche geometrische Korrekturen, die in Betracht gezogen werden muessen. Erlaeutere die Grundlagen des Zeeman Effekts und wie sie fuer S2 genutzt werden. Das beinhaltet eine Herleitung der obigen Formel fuer die Magnetstaerke. Diskutiere dabei auch die Wichtigkeit des Zeeman Aufspaltung fuer unser Experiment, insbesondere die Polarisation des Lichtes und welche Komponenten wir messen.

Die Datenauswertung beschreibt die Extraktion des Spektrums aus den Daten. Stelle hierbei die Punkte heraus, die von der allgemeinen Beschreibung, die hier gegeben wird, abweichen und liste alle gesetzten Parameter im Rahmen des Auslesens auf. Suche anschliessend ein Bild des Sonnenflecks heraus, z.B. vom [SOHO-Archive](#) und klassifizieren den Fleck anhand des Waldmeier-Schemas.

Der Analyseteil des Reports praesentiert und beschreibt das extrahierte Sonnenspektrum. Beschreibe hier die Messungen von Linienverschiebungen und die Berechnung des Radialgeschwindigkeit, Rotationsperiode und der Magnetfeldstaerke. Vergiss nicht, die Details der genutzten Linien (Wellenlaenge, Verschiebung, etc), anzugeben.

Diskutiere zum Abschluss die Ergebnisse. Bringe sie dazu in den groesseren Kontext und vergleiche mit Literaturwerten. Identifizierte moegliche Probleme in der Datenauswertung und denke ueber Loesungen nach. Gibt es Inkonsistenzen zwischen Literaturwerten und euren Ergebnissen? Erfuellen die Ergebnisse oder die Daten selbst eure Erwartungen? Wenn nicht, was genau ist unerwartet, und was sind moegliche Erklaerungen dafuer?

## 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=1627633252>

Last update: 2021/07/30 08:20

