



Hans G. Diederich,
Spektroskopie mit geringem Aufwand

Artikel erschienen im
Journal für Astronomie Nr. 10,
Vereinszeitschrift der [Vereinigung der Sternfreunde e.V. \(VdS\)](#).

Bereitgestellt durch die [VdS-Fachgruppe Spektroskopie](#).

Referenz:
H.G. Diederich, VdS-Journal Nr. 10 (2003) 62f

Spektroskopie mit geringem Aufwand

von Hans G. Diederich

Sterne sind unterschiedlich groß und haben verschiedene Oberflächentemperaturen. Als Folge erscheinen uns zumindest die helleren Sterne am Himmel in verschiedenen Farben. Die Farbpalette erstreckt sich vom roten Granatstern (μ Cep) bis zum bläulichen Sirius. Dabei sind die kühlen Sterne rot und die heißen blau. Werden die Sterne noch heißer, strahlen sie schließlich die meiste Energie im Ultravioletten ab. Ein Beispiel hierfür sind die Zentralsterne im Innern von Planetarischen Nebeln, bei denen Temperaturen bis zu 200.000 K vorkommen. Sind sie dagegen sehr „kalt“, liegt das Strahlungsmaximum im Infrarotbereich. Dies belegen die Braunen Zwerge. Abbildung 1 entstand mit einem 50-mm-Kleinbildobjektiv auf einem ISO-400-Diafilm. Sie zeigt in der Umgebung von M 16 drei Sterne mit sehr unterschiedlichen Farben. Der blaue Stern ist wie festgestellt heiß, wohingegen der rote Stern der kühler ist.

Die Auftragung der Strahlungsintensität des Sternlichtes nach der Wellenlänge (= Farbe), das Spektrum, enthält ein Maximum, das die Sternfarbe „festlegt“. Die Sterne zeigen uns aber noch mehr Details in ihren Spektren als nur das mehr oder weniger nach Rot bzw. Blau verschobene Maximum im kontinuierlichen Spektrum. Es befinden sich dunkle und manchmal auch helle Linien darin, die als Absorptions- bzw. Emissionslinien bezeichnet werden. Hieraus lassen sich in einer Art „Ferndiagnose“ Rückschlüsse auf die chemische Zusammensetzung der obersten Sternschichten gewinnen. Der Vergleich mit astrophysikalischen Modellen und die Untersuchung an sehr vielen Sternen führen schließlich zu vollständigen Sternentwicklungsmodellen, zur Entfernungsbestimmung und zur Kosmologie. Moderne Astronomie und Astrophysik wären ohne Spektroskopie nicht denkbar. Und das ist Grund genug, sich auch als Amateur mit der Spektroskopie zu befassen.

Als ersten Schritt in das Gebiet der Spektroskopie hatte ich mir den Nachweis zumindest einer einzigen Absorptionslinie in einem eigenen Spektrum vorgenommen. Dieses Ziel wollte ich so einfach und so schnell wie möglich erreichen. Insbesondere sollten nur bereits vorhandene Gerätschaften eingesetzt und nichts dazu gekauft werden.



Abb. 1:
Die verschiedenen Farben der Sterne belegen deren unterschiedliche Oberflächentemperaturen. Die blauen Sterne sind heiß, die roten kühl.

Der wichtigste Teil einer jeglichen spektroskopischen Ausrüstung ist das so genannte „dispersive“ Element. Es fächert das Licht in seine verschiedenen Wellenlängen auf und erzeugt so das Spektrum. Dieses dispersive Element kann ein Glasprisma oder ein optisches Gitter sein. Für meine Versuche stand ein „Spectra2-Filter“ aus der künstlerischen Fotografie zur Verfügung. Hierbei handelt es sich nicht um ein eigentliches Filter, sondern um ein einfaches optisches Gitter, das links und rechts von jeder hellen Lichtquelle ein kleines Stückchen Regenbogen erzeugt und in

einer drehbaren Fassung vor ein Kleinbildobjektiv geschraubt wird.

Vor dem erstmaligen astronomischen Einsatz „auf der Wiese“, probierte ich dieses „Filter“ zunächst im eigenen Haushalt an verschiedenen Lichtquellen aus. Eine Glühbirne erzeugt ein kontinuierliches Spektrum ohne Linien. Die Energiesparlampen zeigen dagegen helle farbige Linien, die Emissionslinien der Füllgase. Der schmale Lichtstrahl eines Laserpointers (nicht in den Lichtstrahl schauen!), der durch das Filter geht, erzeugte auf einer

Wand einen roten Punkt und links wie rechts daneben mehrere rote Striche. Diese werden immer schwächer, je weiter entfernt sie vom roten Punkt liegen. Das optische Gitter erzeugt mehrere Spektren (die bekannten Ordnungen), auf die sich das verfügbare Licht aufteilt. Das ist bei einem Glasprisma anders. Dort entsteht nur ein einziges Spektrum.

Eine gelbe LED aus der Bastelkiste war überraschend, da deren Spektrum keinerlei gelbes Licht zeigte. Stattdessen war nur rotes und grünes Licht sichtbar. Aus einem Chemiekasten entnommene verschiedene

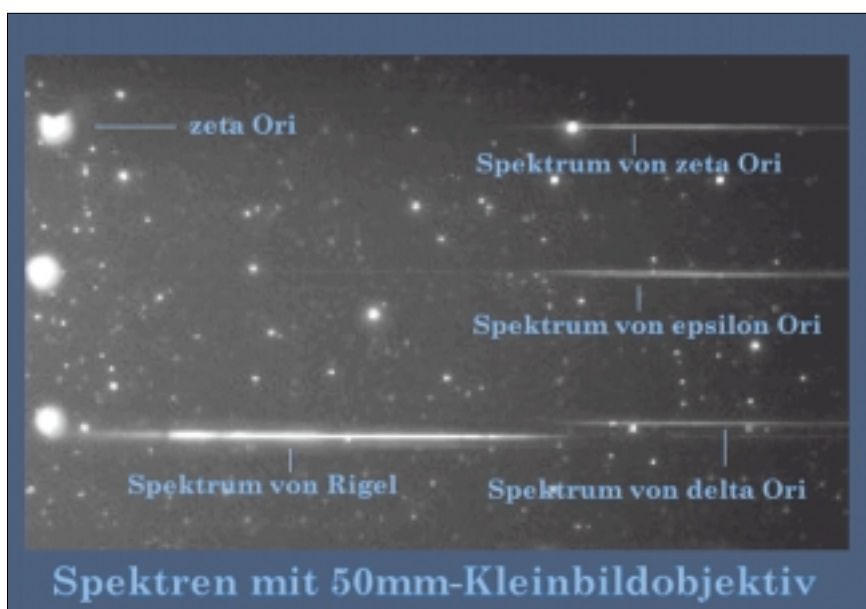


Abb. 2:
Die drei Gürtelsterne des Orion mit den jeweiligen Spektren. Zusätzlich ist das Spektrum von Rigel abgebildet. (Spectra2-Filter, 50-mm-Kleinbildobjektiv, ST-7, 10 Sekunden)

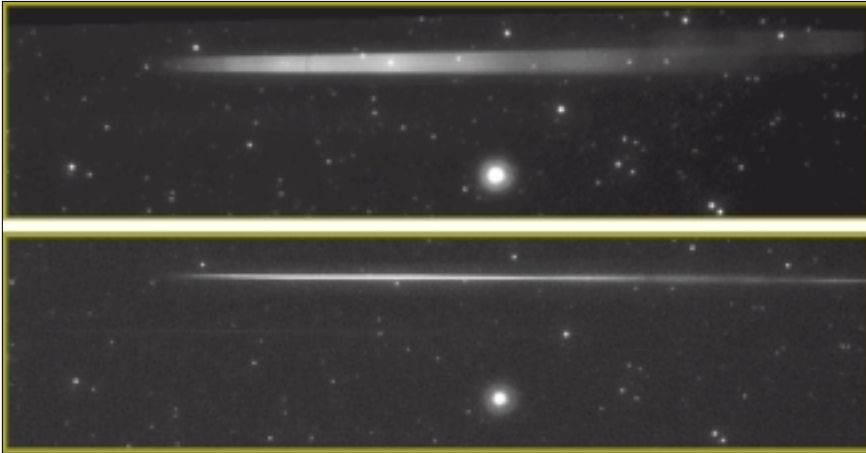


Abb. 3:
Aufnahme von Spica. Oben: Spektralband, unten: Spektralfaden.
Das Spektralband entsteht durch die Verbreiterung des Spektralfadens.

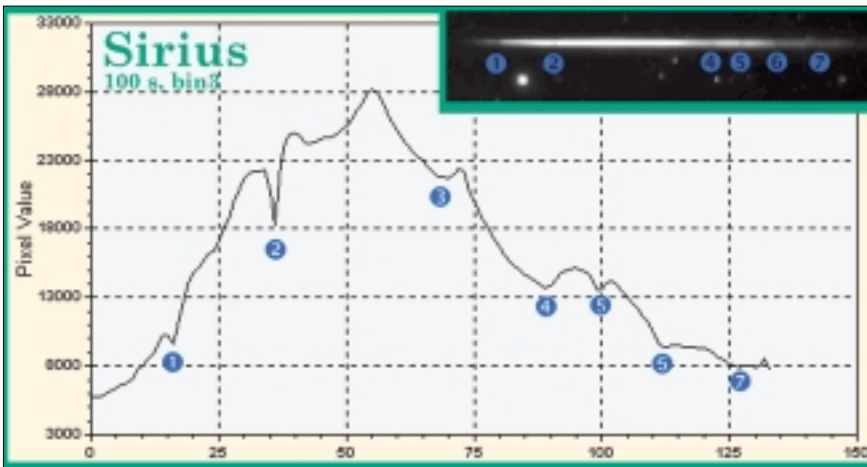


Abb. 4:
Spektrum von Sirius in der Darstellung als Diagramm. Links befindet sich das rote Ende und rechts das blaue des Spektrums. Die Nummern markieren die intensiven Absorptionslinien. (Spectra2-Filter, 50-mm-Kleinbildobjektiv, ST-7, 100 Sekunden Integrationszeit)

Natrium-, Kalium- und Bariumsalze können mit einem Magnesiastäbchen in eine nur schwach leuchtende Gasflamme gehalten und spektroskopiert werden.

Nach diesen ersten häuslichen Versuchen ging es in einer klaren Nacht in den Odenwald. Das Spectra2-Filter wurde vor ein 50-mm-Kleinbildobjektiv geschraubt und dieses mit der CCD-Kamera ST-7 über einen Adapter verbunden. Diese Kombination kam dann huckepack aufs Teleskop, das azimuthal montiert war. Der empfindliche und zudem noch gekühlte CCD-Chip ermöglicht bei den helleren Sternen so kurze Belichtungszeiten, dass man erste Ergebnisse auch ohne Teleskop nur mit der am Weidezaun montierten Kamera erzielen könnte.

Mit dem Kleinbildobjektiv zielte ich dann auf einige helle Sterne. Bereits im ersten

Einzelbild waren im abgebildeten sog. Spektralfaden dunkle Unterbrechungen erkennbar: Absorptionslinien! Nach drei Aufnahmen befand sich der Spektralfaden mittig im Gesichtsfeld des CCD-Chips. Es fing an, langsam Spaß zu machen.

Das Sternbild Orion eignet sich sehr gut für einen ersten Spektroskopierversuch. Auf engem Raum befinden sich viele helle und gleichzeitig heiße Sterne. Abbildung 2 zeigt die Gürtelsterne mit ihren Spektren sowie das Spektrum von Rigel. Bei einer Spektralaufnahme ohne Tricks ist das gesamte Licht des Spektrums in einem schmalen Faden, dem Spektralfaden, konzentriert. Die interessanten Absorptionslinien sind darin kaum oder gar nicht zu erkennen. Mit einem Trick, zum Beispiel einem kleinen Nachführfehler, gelingt es aber, den Spektralfaden zu verbreitern und

damit ein ansehnlicheres Spektrum zu erzeugen. Im oberen Teil der Abbildung 3 geschah dies unbeabsichtigt beim Kombinieren der bildfeldrotierten Einzelbilder.

Das Erzeugen von Spektren und der Nachweis von Absorptionslinien ist ein erster Schritt. Mit der „Profilfunktion“ eines CCD-Bildbearbeitungsprogramms lässt sich das Spektrum als Diagramm darstellen oder zur weiteren Auswertung in eine Tabellenkalkulation importieren. In Abbildung 4 ist dies mit dem Spektrum von Sirius durchgeführt. Über der waagerechten Achse, die der Wellenlänge entspricht, wurde die Intensität des Spektralbands aufgetragen. Die dunklen Absorptionslinien zeigen sich in der Diagrammdarstellung als mehr oder weniger tiefe Absenkungen im Kurvenverlauf. Die „Wellenlänge“ in dieser Abbildung ist die Pixelposition auf dem CCD-Chip und noch nicht die tatsächliche Wellenlänge des Lichtes. Dies wird als nächster Schritt durchzuführen sein. Für den Anfang war es aber wichtig, Spektren mit Absorptionslinien zu gewinnen. Und das hat funktioniert!

Vielleicht finden Sie Gefallen an dieser Art von Beschäftigung: die Gewinnung von Spektren und die anschließende Bearbeitung und Auswertung. Ich selber werde weiter spektroskopieren: visuell und mit der CCD-Kamera, mit dem Spectra2-Filter, mit einer Gitterfolie und mit einem Glasprisma, mit anderen Kleinbildobjektiven, mit einer „Russentonne“ und meinem Teleskop... und vielleicht auch einmal mit einem selbstgebauten richtigen Spektrographen. Hilfreich ist der Kontakt zur VdS-Fachgruppe Spektroskopie. Ein reger Meinungsaustausch zwischen den Mitgliedern via E-Mail und Mailingliste, auf Jahrestagungen sowie durch Rundbriefe ist sehr nützlich.



„Sag mal, MOS, haben wir diese Type nicht gestern in Männerklamotten gesehen?“
„Ja ... das ist ein Veränderlicher.“