

Sternspektren - ein erster Versuch

Astrophysik ist die extremste Form der Fernerkundung. Fast alles, was wir über Sterne, Galaxien und den Kosmos im Großen wissen, stammt aus der Analyse der Strahlung, die in allen Wellenlängenbereichen von Gamma-Strahlung bis zu Radiowellen aus den Tiefen des Alls auf uns hereinprasselt. Die Spektroskopie nimmt unter den Untersuchungsmethoden eine herausragende Stellung ein.

Worum geht es bei der Spektroskopie? Weißes Licht (im folgenden wollen wir uns auf sichtbares Licht beschränken), das in Kombination mit einem geeigneten optischen Aufbau ein Prisma oder ein sogenanntes optisches Gitter durchläuft, wird in seine Regenbogenfarben zerlegt: ein Spektrum entsteht. Außer den Spektralfarben sieht man in den Spektren der meisten Himmelskörper noch helle oder dunkle Linien, die schon 1814 dem Optiker Joseph von Fraunhofer im Sonnenspektrum aufgefallen waren. Diese sind die "Fingerabdrücke" der Atome und Moleküle, die am Ursprungsort der Strahlung - z. B. in den äußeren Schichten eines Sterns - vorkommen. Die Atom- und Astrophysiker haben inzwischen gelernt, die kosmischen Botschaften zu entschlüsseln: Die Linien geben Auskunft über chemische Zusammensetzung, Druck, Temperatur, Geschwindigkeit, Magnetfeldstärke und andere Parameter der Materie am Ausgangsort der Strahlung. Die Spektroskopie ist wegen der relativ aufwendigen Apparatur und der erforderlichen Spezialkenntnisse eher eine Domäne der Fachastronomen und in Amateurräumen wenig verbreitet.

Vor kurzem haben wir auf unserer Schauinsland-Vereinssternwarte die ersten bescheidenen Schritte auf dem Gebiet der Spektroskopie unternommen. Ein kleines Blaze-Transmissionsgitter mit 207 Linien/mm, das die Firma Baader vertreibt, erzeugt in Kombination mit einem C 8 oder einem C 11 ein kleines Spektrum, das entweder mit dem Auge beobachtet oder mit der ST7-CCD-Kamera aufgenommen werden kann. Die ersten Ergebnisse sind recht ermutigend: Die Spektren einiger heller Sterne zeigen eine Vielzahl von Linien bzw. Banden (siehe Titelbild). Allen Spektren sind drei Bänder im roten Teil gemein, die durch Wasser- bzw. Sauerstoffmoleküle in der Erdatmosphäre entstehen (A-, a- und B-Band). Als Beispiel für eine erste Anwendung können wir den groben Spektraltyp (ohne Leuchtkraftklasse) und mit etwas Hintergrundwissen aus der Atomphysik die Oberflächentemperatur dieser Sterne bestimmen. Gamma Cassiopeiae zeigt kaum Linien und ist sehr heiß ($T=30\,000\text{ K}$, Spektraltyp B0e, Leuchtkraftklasse aus der Literatur IV). H-alpha und H-beta sind in Emission zu sehen, da der Stern von einer heißen Gashülle umgeben ist. Das Spektrum von Altair ist von den Wasserstofflinien der Balmerreihe dominiert, man sieht deutlich H-alpha bis H-gamma. Die Temperatur beträgt $T=8\,000\text{ K}$, der Spektraltyp ist A7, die Leuchtkraftklasse wird in der Literatur zu V angegeben, d. h. Altair ist ein Zwergstern auf der Hauptreihe. Bei kühleren Sternen treten dann Linien des ionisierten Calciums, des Natriums und sogar Molekülbanden von Titanoxid (TiO) auf. Bei dem roten Riesenstern Rho Persei ($T=3\,000\text{ K}$, Spektraltyp M4 II/III) beherrschen TiO-Banden das Spektrum vollständig (siehe auch Abb. 1).

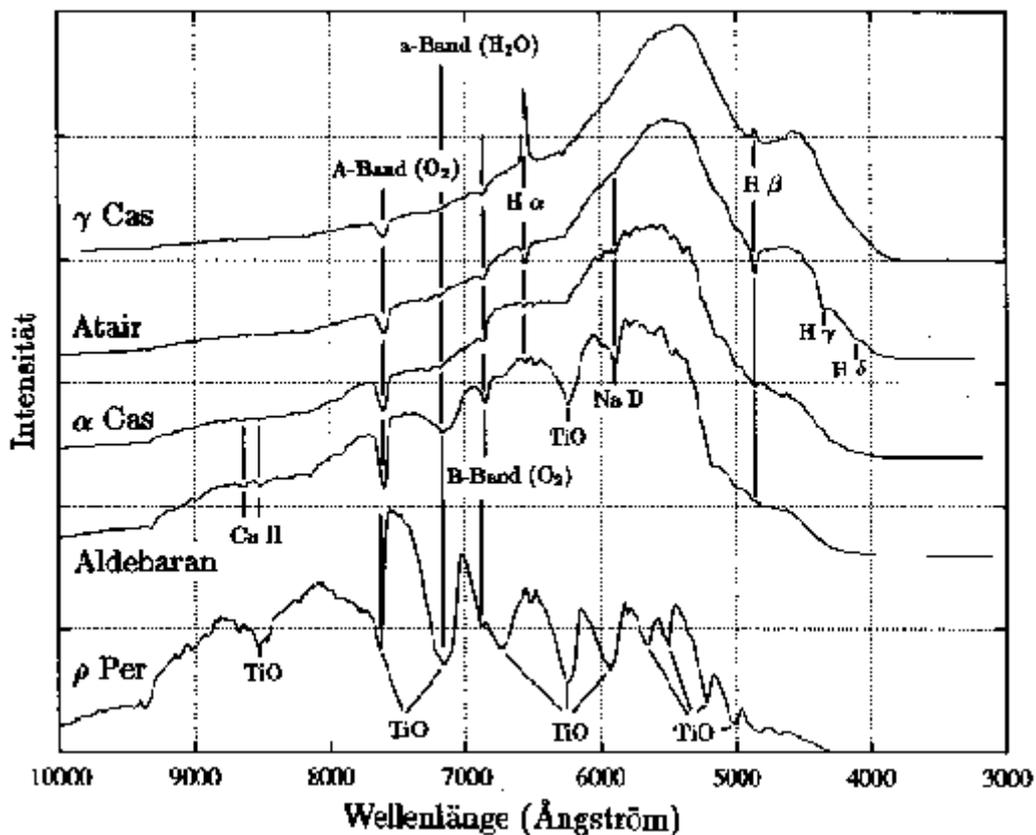
Wie oben gezeigt reicht die Qualität der auf dem Schauinsland erhaltenen Spektren auf jeden Fall aus, um den eindimensionalen Spektraltyp eines Sterns zu bestimmen. Zunächst haben wir typische Vertreter der normalen Spektraltypen O, B, A, F, G, K und M aufgenommen. Als nächstes stehen Sterne mit ungewöhnlichem Spektrum auf dem Programm (z. B. P-Cygni-Sterne, Wolf-Rayet-Sterne). Ferner wollen wir versuchen, Änderungen im Spektrum bei veränderlichen Sternen zu dokumentieren (z. B. bei Beta Lyrae oder einer ausreichend hellen Nova). Es ist auch daran gedacht, die Spektren direkt auf Film aufzunehmen, da die CCD-

Kamera im an sich interessanten blauen Bereich zu unempfindlich ist. CCD-Spektren und photographische Spektren ergänzen sich gut, da die CCD-Kamera weit in den infraroten Spektralbereich hinein sieht. Die qualitative Verbesserung der Spektren ist Zukunftsmusik. Dazu müßte das Gitter im parallelen Strahlengang liegen, was weitere optische Komponenten am Fernrohr erforderlich macht. Die spektrale Auflösung könnte noch gesteigert werden, wenn man einen Spalt verwendet, wobei allerdings Licht verloren geht. Denkbar wäre auch, ein anderes Gitter oder ein Prisma als dispersives Element zu verwenden.

Mit der Spektroskopie haben wir ein weiteres, äußerst interessantes Arbeitsgebiet auf unserer Vereinssternwarte begonnen, das uns Amateuren qualitativ neue Einsichten ermöglicht. Auch wenn für uns immer nur helle Objekte spektroskopisch erreichbar sind - es gibt interessante Beobachtungsziele in Hülle und Fülle.

Der Sternfreundeabend im Januar ist dem Thema Spektroskopie auf der Schauinslandsternwarte gewidmet. Dann wird Gelegenheit sein, auf vieles, was in diesem Kurzbeitrag gar nicht oder nur stichwortartig zur Sprache kam, ausführlicher, verständlicher und reichlicher illustriert einzugehen.

Martin Federspiel



Das Bild zeigt fünf Sternspektren, die auf der Schauinsland-Vereinssternwarte aufgenommen wurden. Sie sind hier als Intensitätskurven und nicht als Photo dargestellt. Unten ist die Wellenlänge aufgetragen: Links liegt der infrarote Bereich (8 000 bis 10 000 Ångström, dann folgen die Spektralfarben rot (ca. 6 000 bis 8 000 Å), gelb (um 6 000 Å), grün (um 5 500 Å) und blau (ca. 4 000 bis 5 000 Å). Der Ausschlag einer Kurve nach oben ist ein Maß dafür,

wieviel Licht bei dieser Wellenlänge auf die Kamera gefallen ist. Man erkennt zahlreiche "Zacken" (Spektrallinien), die einiges über die Physik dieser Sterne verraten. Besonders wichtige Linien sind markiert.

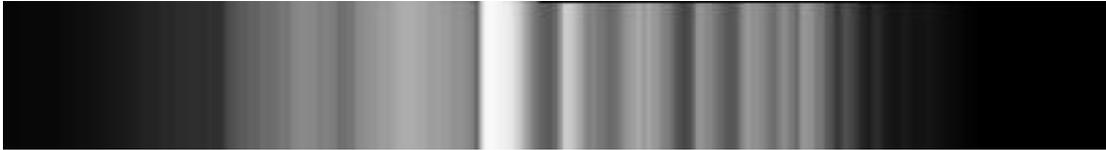


Abb. 1: Spektrum des roten Riesensterns Rho Persei in Graustufendarstellung. Auffällig ist der helle Bereich links der Mitte, dessen linke Kante steil zu einer Kombination des A-Bandes mit einer TiO-Bande abfällt (Wellenlänge 7 600 Å, vgl. unteres Spektrum des Titelbildes). Rechts der Mitte, d. h. in Richtung blau, sind einige TiO-Banden zu sehen.