

Darstellung des Einflusses der Leuchtkraftklasse auf die Linienbreite

Eine Arbeit der FG Starhopper

Die hier gezeigten Spektren wurden vom Autor mit einem Staranalyser 200 als Objektivgitter vor einem 200mm Teleobjektiv gewonnen. Als Detektor diente eine Canon EOS 1100 Da. Es wurden für jedes Spektrum 50 Aufnahmen gestackt und im Programm RSpec zu eindimensionalen Daten reduziert.

In den Spektren von Sternen derselben Spektralklasse, aber unterschiedlicher Leuchtkraftklasse, ist zu beobachten, dass sich die Linienbreite ändert. Die Linien werden mit abnehmender Leuchtkraft dicker.

Der Grund dafür ist, dass die Dichte der Sterne mit abnehmender Leuchtkraft sich erhöht.



Deneb: A2Ia (Überriese)



Ruchbah : A5III/IV (normaler Riesenstern)



Wega: A0Va (Zwerg/Hauptreihenstern)

Um dies genauer zu verstehen müssen wir in die Quantenmechanik einsteigen.

Natürliche Linienbreite

Bevor wir uns den Effekten widmen, die die Linie zusätzlich verbreitern, müssen wir erst einmal verstehen, wie die normale Linienbreite zustande kommt.

Die natürliche Linienbreite ist definiert durch die mittlere Verweildauer des Atoms im angeregten Zustand, denn es ist nicht genau vorhersagbar wann ein angeregtes Atom sich wieder abregt.

Für die Breite der Linie ist die Energie-Zeit-Unschärferelation verantwortlich. Sie ähnelt der Heisenbergschen Unschärferelation.

Je länger ein Atom im angeregten Zustand verweilt, umso genauer lässt sich die Energie bestimmen. Die Lokalisation dieses Zustandes in der Zeit wird aber ungenauer, und verschmiert.

Kann man dagegen den angeregten Zustand zeitlich genauer lokalisieren, weil das Atom nur sehr kurz sich dort aufhält, so lässt sich die Energie nur sehr ungenau bestimmen und verschmiert.

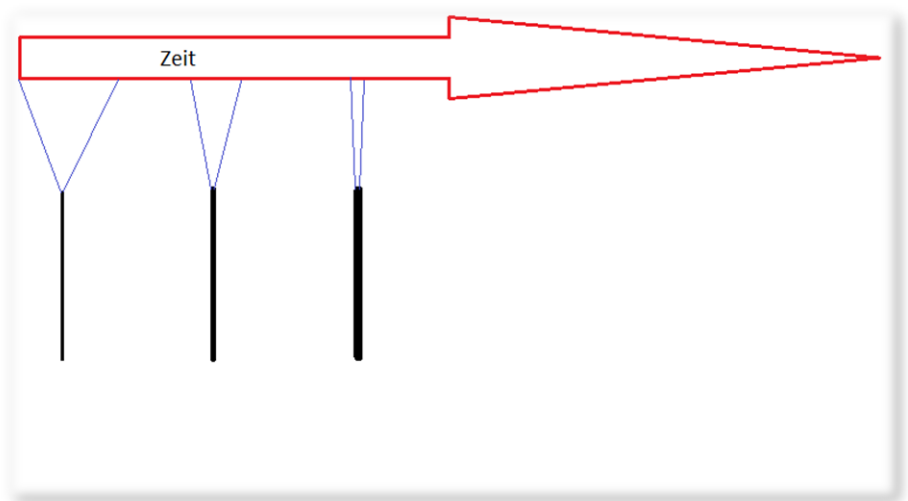


Abbildung 1: Energie-Zeit-Unschärferelation

Zu dieser natürlichen Linienbreite können sich nun verschiedene Störeffekte addieren, wie z.B. die Dopplerverbreiterung. Wir gucken uns hier aber die Druckverbreiterung genauer an, welche auch als Stoßverbreiterung bezeichnet wird.

Stoßverbreiterung

Bei der Stoßverbreiterung ist die Dichte so groß, dass die Atome sich sehr nahekommen. Hierdurch gibt es zwei Effekte, die zur Breite der Linie beitragen:

1. Die Abregung des angeregten Atoms wird beschleunigt.
2. Es findet eine Linienverschiebung statt.

Die **beschleunigte Abregung** bedeutet eine kürzere Verweildauer im angeregten Zustand. Dadurch wird die Energieunschärfe größer und die Linie breiter.

Die **Linienverschiebung** müssen wir uns so vorstellen, dass die Elektronen nicht nur das elektrische Feld des eigenen Kerns spüren, sondern auch des stoßenden Atoms. Durch diese Überlagerung verschieben sich die Energiewerte der Elektronenbahnen. Damit ändert sich auch die Position der Spektrallinie im Spektrum.

Diese Linienverschiebung ist zeitabhängig. Zeitlich gemittelt, führt sie zu einer Verschmierung der Linie.

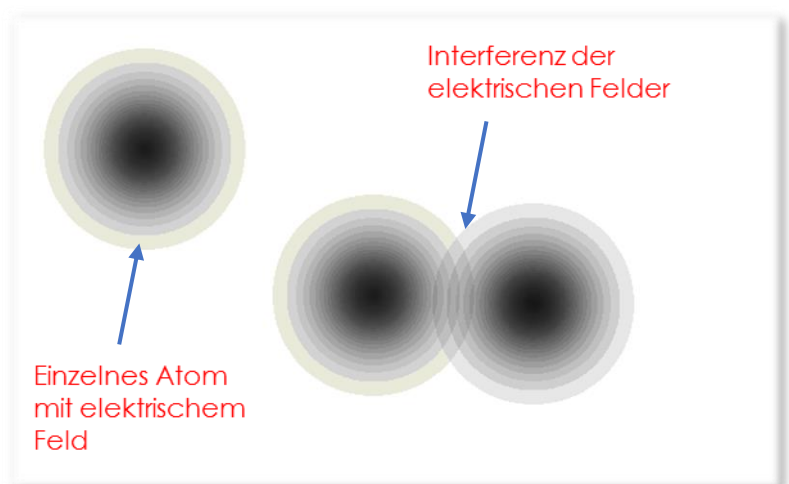
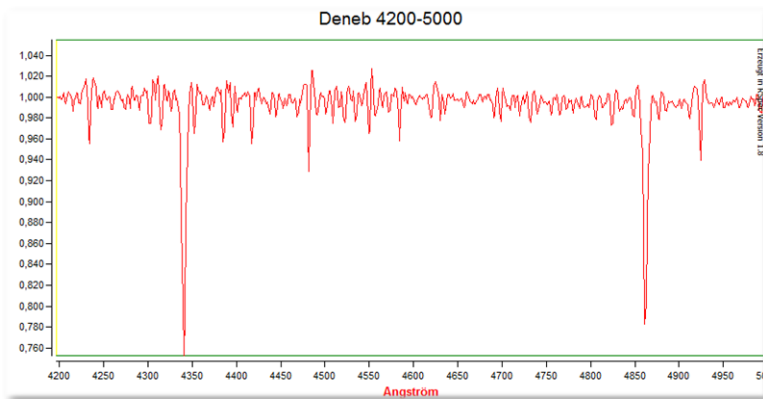
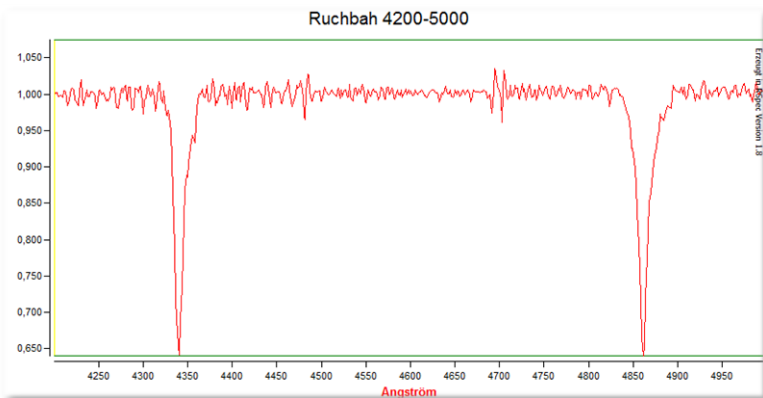


Abbildung 2: Linienverschiebung

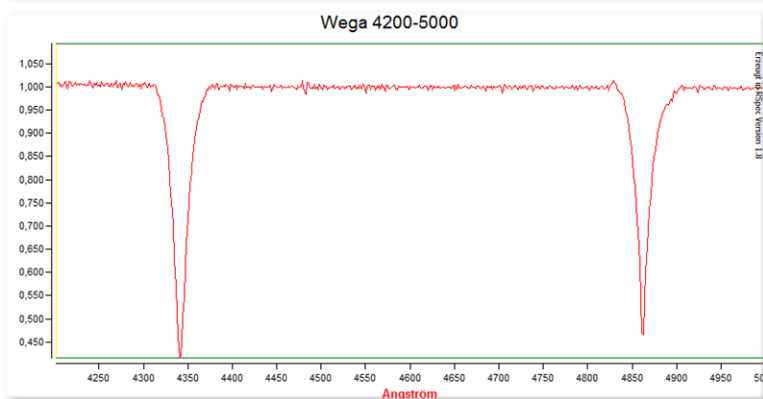
1D Daten der Untersuchten Objekte



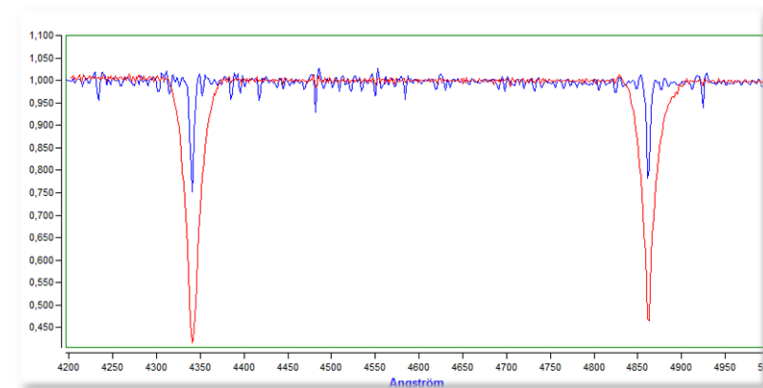
Deneb: A2Ia (Überriese)



Ruchbah: A5III/IV (normaler Riesenstern)



Wega: A0Va (Zwerg/Hauptreihenstern)



Vergleich zwischen Deneb und Wega

Autor: Christoph Quandt

Quellen: Wikipedia, Physik Lehr- und Übungsbuch aus dem Pearson Studium Verlag, Astronomie in Theorie und Praxis von Erik Wischnewski, David Walker