

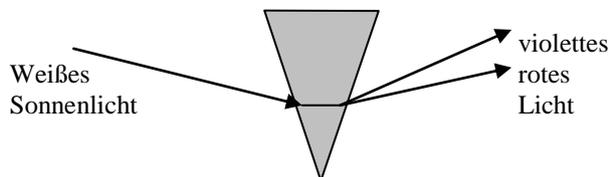
**Volks- und Schulsternwarte Beelitz**  
Auf dem Wasserturm  
Karl-Liebknecht-Str. 4 a  
**14547 Beelitz**

---

**Was uns das Licht erzählt -  
Untersuchung der Spektren von Himmelskörpern**

Bis weit in das 19. Jahrhundert hinein beschäftigte sich die Astronomie ausschließlich mit der visuellen Beobachtung von Himmelskörpern, der Berechnung von Planeten- und Kometenbahnen, der Vermessung von Sternpositionen, der exakten Voraussage von Finsternissen und Sternbedeckungen sowie der Zeitmessung und der Aufstellung des Kalenders. Man hatte bis dahin keine Möglichkeit festzustellen, welche physikalischen Prozesse auf und in den Sternen ablaufen, und welche chemischen Elemente in den Himmelskörpern vorkommen.

Seit einigen Jahrhunderten wusste man schon, dass weißes Sonnenlicht, das durch ein Prisma geht, aus seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt und zu einem Farbband („Spektrum“) auseinander gezogen wird. Das violette Licht wird dabei am stärksten, das rote Licht am wenigsten abgelenkt.



Die zu beobachtende Farbenfolge ist uns allen aus der Naturerscheinung „Regenbogen“ bestens bekannt. Geht das Sonnenlicht vor Eintritt in das Prisma durch einen schmalen Spalt und bildet man diesen mit einer Sammellinse auf einer weißen Fläche ab, so erscheinen im Spektrum viele schmale dunkle Linien (die heute Fraunhofersche Linien heißen), deren Ursprung und Bedeutung man sich seinerzeit nicht erklären konnte. Ein Gerät bestehend aus Spalt, Sammellinse und Prisma wird übrigens als Spektralapparat bezeichnet.

1860 veröffentlichten der Chemiker Robert Bunsen und der Physiker Gustav Kirchhoff eine Abhandlung unter dem Titel „Chemische Analyse durch Spektralbeobachtungen“. Sie hatten festgestellt, dass chemische Elemente in Form verdünnter Gase bei entsprechender energetischer Anregung Licht ganz bestimmter Wellenlängen („Farben“) aussenden, die für das jeweilige Element charakteristisch sind. Beim Durchgang dieses Lichtes durch ein Prisma mit vorgesehendem Spalt wird kein kontinuierliches Spektrum gebildet; es erscheinen vielmehr einzelne helle Linien in bestimmten Farbbereichen. Geht weißes Licht durch Gase/Dämpfe eines Elementes, bevor es durch einen Spektralapparat „zerlegt“ wird, so erscheinen im Spektrum dunkle Linien; hier werden also offensichtlich bestimmte Lichtanteile absorbiert („verschluckt“). Die Lage dieser dunklen Linien im Spektrum ist identisch mit der Lage der hellen Linien, die dieselben Substanzen bei entsprechender Anregung aussenden! Bunsen und Kirchhoff untersuchten im Labor alle ihnen zugänglichen chemischen Elemente mit dieser neuen Methode (der „Spektralanalyse“) und verglichen ihre Ergebnisse mit den dunklen Linien im Sonnenspektrum. Sie stellten fest:

***Mindestens 12 der auf der Erde bekannten  
chemischen Elemente kommen auch auf der Sonne vor!***

Führende Astronomen in Deutschland erkannten sofort die Bedeutung der Spektralanalyse für die astronomische Forschung. Man hatte damit ein Verfahren, die im Licht der fernen Himmelskörper enthaltenen Informationen zu entschlüsseln, und Erkenntnisse über deren chemische Zusammensetzung zu gewinnen. Ein neuer Zweig der Astronomie, die **Astrophysik**, war begründet! Man baute nun Spektralapparate (Spektroskope zur visuellen Beobachtung, Spektrographen zur fotografischen Aufzeichnung - heute Aufzeichnung mit elektronischen Strahlungsempfängern / CCD - der Sternspektren), die an immer größere astronomische Fernrohre angesetzt wurden. Je größer die Öffnung eines Teleskops (Linsen- oder Spiegelobjektiv) ist, desto lichtschwächere Himmelsobjekte können in die Beobachtungen und Untersuchungen einbezogen werden; aus diesem Grunde wurden und werden auch immer größere Teleskope gebaut.

Beim Vergleich der in den Sternspektren enthaltenen Absorptionslinien (gelegentlich auch Emissionslinien) mit den im Labor erzeugten Spektren kann man feststellen, welche chemischen Elemente in den Sternen

vorkommen. Ebenso ist die Häufigkeit der vorkommenden Elemente (das Verhältnis zueinander) feststellbar. Auch Magnetfelder kann man durch Beobachtung der Sternspektren erkennen. Befinden sich die das Licht erzeugenden und abstrahlenden Atome nämlich in einem Magnetfeld, so werden einzelne Spektrallinien in mehrere ganz dicht beieinander liegende Linien aufgespalten (so genannter „Zeeman-Effekt“).

Vergleicht man die Spektren verschiedener Sterne miteinander, so fallen teilweise große Unterschiede auf. Man hat die Sterne deshalb in bestimmte Spektralklassen eingeteilt, deren Hauptfolge mit den Buchstaben **O – B – A – F – G – K – M** gekennzeichnet ist (Merksspruch: **Oh Be A Fine Girl Kiss Me**). In letzter Zeit hat jedoch die Entdeckung besonders kühler Zwergsterne eine Erweiterung der Spektralklassifikation der Sterne erforderlich gemacht. Es sind deshalb die Spektralklassen **L** (für Zwergsterne mit einer Oberflächentemperatur zwischen 2.100 und 1.300 K) und **T** (Zwerge mit einer Oberflächentemperatur von 1.300 bis 800 K) neu eingeführt worden. Die neue Reihe der Spektralklassen lautet nun: **O - B - A - F G - K - M - L - T**. Einen Vorschlag für einen neuen Merkspruch gibt es auch schon: **Oh, Be A Fine Guy/Girl, Kiss My Lips Tenderly!**

Die einzelnen Klassen sind noch weiter unterteilt, so dass unsere Sonne zum Beispiel ein Stern der Spektralklasse G 2 ist. Vom Typ O bis T fallen die Oberflächentemperaturen der Sterne ab; dies kann man schon mit bloßem Auge an der unterschiedlichen Färbung einzelner (heller) Sterne erkennen, die von bläulich-weiß über weiß, gelblich, orange bis rot reicht. Aus den aufgezeichneten Sternspektren ist übrigens auch ersichtlich, in welchem Bereich besonders viel Energie abgestrahlt wird. Je heißer ein Stern ist, desto mehr Energie wird als kurzwelliges Licht abgegeben!

Die Sternspektren können uns auch Auskunft darüber geben, ob sich ein ferner Stern nähert oder von uns entfernt. Den so genannten „Doppler-Effekt“, der uns aus dem akustischen Bereich im täglichen Leben bestens bekannt ist (der Ton des Martinshorns eines sich nähernden Feuerwehrfahrzeuges wird immer höher, bis das Fahrzeug mit uns auf gleicher Höhe ist; dann wird er tiefer, wenn es sich entfernt), gibt es auch im optischen Bereich. Kommt eine Lichtquelle (hier: ein Stern) auf uns zu, so erreichen uns pro Zeiteinheit mehr Wellenzüge des Lichtes (die Frequenz wird größer); entfernt sich die Lichtquelle von uns, so werden es weniger Wellenzüge (die Frequenz wird kleiner). Die Linien, die im Spektrum eines Sternes enthalten sind, verschieben sich zum violetten Ende des Spektrums, wenn der Stern sich nähert, und zum roten Ende, wenn er sich entfernt. Es ist allerdings üblich, statt Violett-Verschiebung den Begriff Blau-Verschiebung anzuwenden. Aus der Größe der Verschiebung kann man auch die Geschwindigkeit errechnen, mit der der Stern sich nähert oder entfernt! Noch zum besseren Verständnis: Im Spektrum des sichtbaren Lichtes nimmt die Wellenlänge von violett zu rot kontinuierlich zu (und die Frequenz damit entsprechend ab); die Energie der Strahlung wird größer, je kürzer die Wellenlänge bzw. je höher die Frequenz ist! Das für unsere Augen sichtbare Licht umfasst einen Wellenlängenbereich von etwa 750 nm (rot) bis etwa 400 nm (violett).

Die periodische Doppler-Verschiebung von Spektrallinien erlaubt es den Astronomen Doppelsterne, die auch in den größten Fernrohren nicht in einzelne Sterne zu trennen sind, zu identifizieren. In den letzten Jahren haben stark verfeinerte Messmethoden des Dopplereffektes sogar zur Entdeckung von Planeten bei anderen Sternen geführt, die direkt nicht beobachtbar sind!

Bisher ist immer nur von sichtbarem Licht die Rede gewesen; natürlich gibt es auch elektromagnetische Strahlung jenseits vom violetten und roten Ende des für uns sichtbaren Spektrums, die heute ebenfalls für spektroskopische Untersuchungen genutzt werden kann und wird. Allerdings wird diese Strahlung zum großen Teil durch die Erdatmosphäre absorbiert, so dass Beobachtungsinstrumente und Detektoren für diese Strahlungsbereiche meistens auf Satelliten im Weltraum

stationiert werden müssen. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen haben zu einer enormen Erweiterung unserer astronomischen Erkenntnisse geführt!

Obwohl sich die vorstehenden Ausführungen auf Spektraluntersuchungen der Sterne bezogen, wird dieses Verfahren natürlich auch auf andere Himmelsobjekte (Planeten, Kometen, Novae/Supernovae, Galaxien, Quasare, Nebel) angewendet. Allerdings konnten hier nur die wichtigsten Sachverhalte zur spektroskopischen Untersuchung von Himmelsobjekten - und dies auch nur sehr allgemein - angeführt werden. Wer mehr über dieses interessante Gebiet der Astronomie (besser: Astrophysik) wissen möchte, erkundige sich bitte bei Sternwarten oder anderen astronomischen Institutionen und über weiter führende Literatur!