

Was verrät uns das Licht der Sterne?

Autor(en): **Bömmel, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): - **(1949)**

Heft 24

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900576>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Was verrät uns das Licht der Sterne?

Von Dr. H. BÖMMEL, Physiker, Zürich

Die Astronomen von heute sind in der Lage, uns detaillierte Angaben zu machen, nicht nur über Grösse, Abstand, Bewegung der Sterne, sondern auch darüber, was für Stoffe in ihren Atmosphären vorhanden sind, über Temperatur und Druckverhältnisse auf ihren Oberflächen und im Inneren usw. Gewöhnlich nimmt man solche Angaben hin, ohne sich weiter Gedanken darüber zu machen, wie diese Daten erhalten werden und wie erstaunlich es ist, dass wir sie überhaupt — und zwar mit einem beträchtlichen Grad von Sicherheit — machen können. Erstaunlich deshalb, weil die einzige Verbindung zwischen Beobachter und Stern, das einzige «Experimentiermaterial» des Astronomen jenes schwache Lichtbündel ist, das, direkt oder durch das Teleskop in das Auge des Beobachters gelangt. Wie vermag der Astrophysiker diesem feinen und schwachen Lichtbündel alle jene erwähnten Daten zu entnehmen? Ueber diese Frage wollen wir uns im vorliegenden Aufsatz ein wenig unterhalten und müssen uns zu diesem Zwecke zunächst einige Tatsachen über das Wesen des Lichtes in Erinnerung rufen.

Schicken wir ein schmales Bündel weissen Sonnenlichtes, oder des Lichtes einer Glühlampe durch ein Glasprisma, so sehen wir, dass dasselbe hinter dem Prisma zu einem farbigen Band, dem sogenannten Spektrum auseinandergezogen worden ist. Dieses Spektrum enthält alle Farben des Regenbogens von Violett bis Rot. Nun wissen wir, dass das Licht aus elektromagnetischen Wellen besteht, die sich mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km/sec durch den Raum ausbreiten. Die Länge der Wellen des für unser Auge sichtbaren Lichtes beträgt ca. $4/10\,000$ bis $8/10\,000$ mm. Natürlich gibt es auch kürzere (Ultraviolett) und längere elektromagnetische Wellen (Wärmestrahlen, Radiowellen), die zwar unser Auge nicht mehr wahrnimmt, die wir jedoch mit geeigneten Hilfsmitteln nachweisen und messen können. Jeder Wellenlänge des sichtbaren Lichtes entspricht nun ein bestimmter Farbeindruck in unserem Auge. Licht der Wellenlänge $8/10\,000$ mm ruft z. B. in unserem Auge den Eindruck Rot hervor usw. Fällt Licht mehrerer Wellenlängen gleichzeitig in unser Auge, so sehen wir eine bestimmte Mischfarbe. Weiss ist also eine Mischfarbe, die sämtliche Wellenlängen des sichtbaren Lichtes enthält.

Es gibt nun Lichtquellen, die eine ganze, kontinuierliche Folge von Lichtwellen aussenden, z. B. glühende feste Körper, und solche, die nur einige bestimmte Wellenlängen emittieren, wie z. B. glühende Gase. In letzterem Falle sieht man also bei der Zerlegung des Lichtes statt des farbigen Bandes nur einzelne helle Linien von bestimmter Farbe. Jedes glühende Gas emittiert ganz bestimmte, für dasselbe charakteristische Linien. Diese kann man im Laboratorium bestimmen. Aus Zahl und Lage dieser Linien kann man daher ohne weiteres auf den Stoff schliessen, der sie emittiert. Da

in den meisten Sternatmosphären so hohe Temperaturen herrschen, dass dort auch die auf der Erde festen Stoffe, wie z. B. die Metalle, bereits verdampfen, so verstehen wir jetzt, wie es möglich ist, aus der Untersuchung der Sternspektren auf die dort vorhandenen Stoffe zu schliessen. Wir brauchen nur das Licht des Sternes im Prisma zu zerlegen und die Lage der Linien im Spektrum, d. h. ihre Wellenlänge zu bestimmen.

Nun gibt es Sterne, die kein Linien-, sondern ein kontinuierliches Spektrum aufweisen, wozu bekanntlich auch unsere Sonne gehört. Untersucht man aber z. B. das Sonnenspektrum genauer, so findet man in ihm eine grosse Zahl *dunkler* Linien, die an den gleichen Stellen liegen, wie die hellen Linien glühender Dämpfe. Diese Erscheinung kommt so zustande: Geht das Licht eines glühenden Körpers (also «weisses» Licht) auf seinem Weg durch kältere Gase hindurch, so verschlucken diese Gase von dem ganzen Wellengemisch gerade die Wellenlängen, die sie glühend selbst emittieren würden. Solche «Absorptionsspektren» werden daher von Sternen ausgesandt, die einen heissen Kern und eine darüber befindliche «kältere» Atmosphäre von Gasen und Dämpfen besitzen (wobei «kalt» natürlich immer noch einige 1000 Grad bedeuten kann).

Wie können wir nun aber die Temperatur der Sterne bestimmen? Hierzu verhilft uns folgende Tatsache: Wie bereits erwähnt, emittieren glühende Körper ein kontinuierliches Spektrum von Wellenlängen, und zwar ein umso helleres, je heisser sie sind. Es werden aber nicht alle Wellenlängen mit gleicher Stärke ausgesandt, sondern es gibt eine bestimmte Wellenlänge, die mit besonders grosser Intensität ausgestrahlt wird, während die Intensität sowohl nach kürzeren als auch nach längeren Wellen wieder abnimmt. Diese Wellenlänge maximaler Intensität (λ_{\max}) liegt aber bei umso kürzeren Wellenlängen, je höher die Temperatur des Körpers ist. Es gilt hier das sogenannte Wien'sche Verschiebungsgesetz, wonach das Produkt aus λ_{\max} und der absoluten Temperatur konstant bleibt, d. h. mit steigender Temperatur muss λ_{\max} entsprechend kleiner werden. Hierin liegt zum Beispiel der Grund, dass ein Körper, den wir langsam erhitzen, zuerst rot, dann gelb und schliesslich bläulich-weissglühend wird.

Gelingt es uns also, die Lage von λ_{\max} in einem Spektrum festzustellen, so können wir daraus auf die Temperatur des Körpers schliessen, der dasselbe aussendet. Nach diesem Prinzip werden auch tatsächlich die Sterntemperaturen bestimmt, wenn auch im einzelnen etwas andere Verfahren angewandt werden. Auch die Temperaturen der Sterne, die Emissionsspektren aussenden, werden nach Methoden bestimmt, die letzten Endes auf dem obenerwähnten Gesetz beruhen.

Die meisten Geheimnisse über die Sterne verraten uns die Spektrallinien selbst, wenn man sie nur genau genug unter die Lupe nimmt. So kann man beispielsweise aus ihrer Breite ebenfalls Aus-

sagen über die Sterntemperatur machen, aus ihrer Schärfe auf den Druck schliessen, unter dem das emittierende oder absorbierende Gas steht u.a.m. Um zu verstehen, warum dies der Fall ist, müssen wir einige Worte über die Entstehung des Lichtes sagen.

Wie wir heute wissen, hat das Licht seinen Ursprung in den einzelnen Atomen, aus denen der emittierende Körper besteht. Jedes dieser Atome befindet sich normalerweise in einem bestimmten Zustand kleinster Energie (von der kinetischen Energie der Bewegung abgesehen). Durch verschiedene Ursachen, z. B. durch Zusammenstösse mit anderen Atomen, können sie in Zustände höherer Energie versetzt werden, aus denen sie meist nach sehr kurzer Zeit wieder in den Zustand tiefster Energie «zurückspringen». Die Energiedifferenz der beiden Zustände findet sich wieder in einem kurzen Lichtblitz («Lichtquant»), der während des «Sprunges» emittiert wird, d. h. einem kurzen Lichtwellenzug, dessen Wellenlänge einer bestimmten Spektrallinie entspricht. Der scheinbar kontinuierliche Vorgang der Lichtausstrahlung verläuft also in Wirklichkeit diskontinuierlich. Dass wir davon im allgemeinen nichts merken, beruht darauf, dass z. B. in einem glühenden Gas immer eine ungeheuer grosse Zahl von Atomen gleichzeitig solche Sprünge ausführt, wir also ständig eine so grosse Zahl von Lichtblitzen wahrnehmen, dass wir einen ununterbrochenen Lichtstrahl zu sehen glauben.

In einem heissen Gas befinden sich die Atome oder Moleküle desselben ständig in sehr heftiger Bewegung. Hohe Temperatur heisst ja nichts anderes, als grosse mittlere Bewegungsenergie der Atome oder Moleküle. Sie werden daher sehr häufig zusammenstossen können, wobei der oben beschriebene Vorgang der Anregung von höheren Energiezuständen erfolgt («Temperaturanregung»). Es kann auch vorkommen, dass ein angeregtes Atom mit einem anderen zusammenstösst, bevor es sein Lichtquant ausgesandt hat, d. h. während es noch angeregt ist. Dadurch wird, wie hier nicht näher ausgeführt werden kann, der Vorgang der normalen Lichtemission gestört, der ausgesandte Lichtblitz wird verkürzt und diese Verkürzung bedeutet eine Verbreiterung der beobachteten Spektrallinie. Da die Zahl solcher störenden Zusammenstösse umso grösser sein wird, je mehr Atome sich beispielsweise in einem Kubikmeter des Gases befinden, d. h. je grösser die Dichte und damit der Druck in demselben sind, so wird auch die Linienverbreiterung umso stärker, je höher der Druck ist. Aus Lage, Form, Breite usw. der Spektrallinien lassen sich so eine grosse Zahl von Schlüssen über den Zustand der Sternatmosphäre und des Sterninneren ziehen. Es würde zu weit führen und den Rahmen dieses Aufsatzes überschreiten, auf alle Einzelheiten hier einzugehen.

Es sei zum Schluss nur noch erwähnt, dass nicht nur der Astronom dem Physiker die modernen Untersuchungsmethoden und die Lösung vieler Probleme verdankt, sondern, dass auch umgekehrt die Physik mit Hilfe der Astrophysik neue, rein physikalische Erkenntnisse gewinnen konnte. Auf den Sternen befindet sich ja die

Materie oft unter Bedingungen (z. B. extrem hohe Temperatur, extrem grosse Dichte usw.), wie sie im irdischen Laboratorium nie vorkommen. So haben zum Beispiel die hohen Temperaturen der Sternatmosphären zur Folge, dass die dort vorhandenen Atome einen grossen Teil ihrer Elektronen verloren haben, dass sie, wie man sagt, hoch «ionisiert» sind, und zwar in einem viel höheren Grade als es im Laboratorium möglich ist. (Die Atome bestehen ja bekanntlich aus dem positiv elektrisch geladenen Kern und einer Hülle von negativ geladenen Elektronen.) Ionisierte Atome senden aber teilweise andere Spektren aus als neutrale. Daher bietet sich hier einerseits dem Physiker die Möglichkeit des Studiums der Spektren solcher hoch ionisierter Atome, andererseits lässt die Untersuchung dieser Spektren wieder Rückschlüsse auf den Ionisationsgrad und damit auf den Zustand der Sternmaterie zu.

Die angeführten wenigen Beispiele lassen den Leser vielleicht ahnen, wie das Licht demjenigen, der seine Schrift richtig zu deuten versteht, den Zustand der Materie, aus der es entstammt, wieder spiegelt. Dass dies letzten Endes so sein muss, liegt nahe, wenn man bedenkt, dass die elektromagnetische Lichtstrahlung ja in der Materie ihren Ursprung hat und dass diese Materie im wesentlichen aus elektrischen Ladungen aufgebaut ist.

Die Feuerkugel vom 2. Juli 1949

Herr K. Rapp, Locarno-Monti, sandte uns in freundlicher Weise sieben Augenzeugenberichte *) über ein helles Meteor, das am 2. Juli 1949 um 23 h. 17 m. MEZ in den südlichen Gegenden der Schweiz beobachtet wurde. Die Feuerkugel erschien, von Monti aus gesehen, zuerst im Süden über Monte Paglione als kugelig aussehender Körper mit Schweif und bewegte sich in flachem Bogen an Jupiter vorbei, über Monte Gamborogno (südl. Locarno) nach Osten. Die Bahn war etwas abwärts geneigt. Nachdem sich die Lichtentfaltung der Feuerkugel auf die doppelte Helligkeit Jupiters gesteigert hatte, explodierte das Meteor zweimal und erlosch nahe der Milchstrasse. Anfänglich von rötlicher Farbe, wurde die Bolide nach der zweiten Explosion grünlich, dann wieder rot und gelb. Dauer der Erscheinung 4—5 Sekunden. Eine weitere Beobachtung des Meteors ist uns aus Silvaplana (Engadin) gemeldet worden.

R. A. N.

*) Beobachter waren: Herr Bauch, Brione; Frau Ferricoli, Monti; Frä. Adriana Janner, Monti; D. und G. Moresino, Morbio; M. Nanzer, Monti; F. Arber, Zürich (Silvaplana).