

# Miszellen und Nachrichten.

---

## Die relativistische Rotverschiebung.

Nach der allgemeinen Relativitätstheorie besitzen die Lichtwellen, die von einem Orte höheren Gravitationspotentials ausgehen, eine kleinere Schwingungszahl als die entsprechenden irdischen Lichtwellen. Infolgedessen müssen die Linien ihres Spektrums nach dem roten Ende hin verschoben sein.

Diese relativistische Rotverschiebung suchte man zunächst am Sonnenlichte nachzuweisen. Obschon der Nachweis hier sehr schwierig ist, weil die Verschiebung bei den für die Beobachtung an erster Stelle in Betracht kommenden Linien nur 0,008 A beträgt und die auf- und niederwogenden Gase der Sonnenoberfläche infolge ihrer Bewegung unregelmässige Verschiebungen (Dopplereffekt) von derselben Grössenordnung erzeugen, so spricht doch das Ergebnis der eingehenden Untersuchungen, die *St. John* auf dem Mount Wilson angestellt hat, durchaus für die Existenz der Rotverschiebung. *St. John* formuliert das Endergebnis seiner Untersuchungen also: „Es kann demnach die Lage des Problems der Rotverschiebung, sowie ich sie jetzt beurteile, folgendermassen zusammengefasst werden: Linienverschiebungen, wie sie von der allgemeinen Relativitätstheorie vorausgesagt werden, vereinigt mit geringen Dopplerverschiebungen, bieten die wahrscheinlichste Erklärung für die Unterschiede zwischen den Wellenlängen in der Mitte der Sonnenscheibe und den Wellenlängen des Bogens im Vakuum.“<sup>1)</sup>

Es liegt nun der Gedanke nahe, das Fixsternlicht auf die Existenz der Rotverschiebung zu untersuchen. Für eine solche Untersuchung sind vor allem die Doppelsterne geeignet, weil man hier den durch ihre relative Bewegung zur Erde bedingten Dopplereffekt ohne weiteres von der eventuellen Rotverschiebung trennen kann. Die Linienverschiebung der beiden Komponenten eines Doppelsterns enthält zunächst einen von der Umlaufbewegung herrührenden periodischen Anteil. Die Verschiebung, die nach Elimination dieses Anteils übrig bleibt, setzt sich aus zwei Teilen zusammen: dem durch die gemeinsame Bewegung der beiden Sterne im

<sup>1)</sup> Ch. E. St. John, Die Gravitationsverschiebung im Sonnenspektrum (Zeitschr. f. Physik Bd. 21, 1924).

Weltenraume bedingten Dopplereffekt und der gesuchten Rotverschiebung. Bildet man nun die Differenz der Verschiebungen der beiden Sterne, so fällt der gemeinsame Dopplereffekt heraus und man erhält die Differenz der Rotverschiebungen.

Nach der Einsteinschen Theorie hängt die Grösse der Rotverschiebung in einfacher Weise von dem Gravitationspotential an der Oberfläche des Sternes ab. Wollen wir darum die Richtigkeit der Theorie nachprüfen, so müssen wir das genannte Potential bestimmen. Hierfür bietet sich folgender Weg dar. Aus der Umlaufzeit und dem Bahndurchmesser kann man nach dem 3. Keplerschen Gesetze die Massen der beiden Sterne berechnen. Ihre Durchmesser bestimmt man aus der Abschätzung ihrer Oberfläche, die sich auf die Gleichung stützt: die Oberfläche ist gleich der Gesamthelligkeit dividiert durch die Helligkeit pro Flächeneinheit. Die Gesamthelligkeit gewinnt man aus der photometrischen Bestimmung der visuellen Helligkeit und der Messung der Entfernung der Sterne. Die Helligkeit pro Flächeneinheit wird aus dem Spektraltypus erschlossen. Auf diese Weise findet man für den Sirius-Begleiter eine Masse von 0,85 Sonnenmassen und einen Radius von 19600 km. Daraus ergibt sich eine Rotverschiebung von  $0,30 \text{ \AA}^1$ .

Adams hat nun mit dem hundertzölligen Spiegelteleskop des Mount Wilson das Spektrum des Sirius-Begleiters untersucht und als Mittelwert der Verschiebung für eine grössere Anzahl von Linien den Betrag von  $0,32 \text{ \AA}$  festgestellt<sup>2)</sup>. Hierdurch hat die Relativitätstheorie eine eindrucksvolle Bestätigung erfahren.

Von besonderem Interesse ist die ausserordentliche Dichte des Sirius-Begleiters: sie ist etwa 50000 mal so gross als die des Wassers. Eine derartige Dichte kann die Materie natürlich nur im Innern der Sterne erreichen, wo wir nach den heutigen Anschauungen eine Temperatur von einigen Hundertmillionen Grad Celsius und einen Druck von 100—1000 Billionen Atmosphären anzunehmen haben. Hier werden die Atome in hohem Masse ionisiert sein: die Atome mittlerer Ordnungszahl bis auf den K-Ring, die leichteren Atome bis auf den nackten Kern. Es wird der Radius der so entstandenen Ionen durchschnittlich nur ein Hundertstel des gewöhnlichen Atomradius betragen und so eine ausserordentlich dichte Zusammenpackung der Materie ermöglichen. So erklärt sich auch die merkwürdige Erscheinung, dass nicht nur bei den Riesen- sondern auch bei den Zwergsternen die absolute Helligkeit durch die Masse des Sternes

---

<sup>1)</sup> Vergl. H. Thirring, Neuere experim. Ergebnisse zur Relativitätstheorie. Naturwissenschaften 1926 S. 115.

<sup>2)</sup> Die *Differenz* der Rotverschiebungen ist hier gleich der Rotverschiebung des Sirius-Begleiters, weil die Rotverschiebung des Sirius wegen seiner geringen Dichte praktisch gleich Null ist.

eindeutig bestimmt ist, ein Verhalten, das man nur bei vollkommenen Gasen erwarten sollte. Es verhalten sich eben die Zwergsterne trotz ihrer relativ hohen Dichte wegen der ausserordentlichen Kleinheit der Atome wie ideale Gase.

Sterne von der ganz ungewöhnlichen Dichte des Sirius-Begleiters sind uns bisher nur in sehr geringer Anzahl (etwa 3—4) bekannt. Unter ihnen ist besonders der Mira-Begleiter hervorzuheben, weil er voraussichtlich eine erneute Prüfung der Relativitätstheorie ermöglichen wird.

**Ed. Hartmann.**