

## Miszellen.

### Der innere Aufbau der Sterne.

Ueber den inneren Aufbau der Sterne handelt ein umfangreiches Werk des bekannten englischen Astronomen Eddington, das vor kurzem in vorzüglicher deutscher Uebersetzung erschienen ist.<sup>1)</sup>

Die Sterne geben uns auf zweifache Weise über ihr Inneres Kunde: einmal durch das Gravitationsfeld, das von ihnen ausgeht und durch materielle Hindernisse nur wenig verändert wird, sodann aber durch den gewaltigen Energiestrom, der aus ihrem Innern hervorbricht. Auf diese zweifache Kunde stützend, hat Eddington mit Hilfe der allgemeinsten Prinzipien der Physik über die innere Struktur der Sterne eine Reihe von Ergebnissen erzielt, die nicht nur für den Astrophysiker, sondern auch für den Kosmologen von hohem Interesse sind.

Eddington hat als einer der ersten die hohe Bedeutung des Strahlungsdruckes für das innere Gleichgewicht der Sterne erkannt; nur wenn jede Schicht der Gaskugel durch den Gasdruck und den Strahlungsdruck, den wir mit einem von innen nach außen wehenden Winde vergleichen können, getragen wird, kann im Inneren des Sternes Gleichgewicht bestehen. Da nun, wie Eddington nachgewiesen, diese der Gravitation entgegenwirkende Kraft um so größer ist, je größer die Masse des Sternes ist, so ist es leicht zu begreifen, daß es für die Masse der Sterne eine Grenze gibt, bei deren Ueberschreitung die Stabilität des Aufbaues gefährdet wird. So erklärt sich die früher ganz unverständliche Tatsache, daß Sterne, die unsere Sonne an Masse wesentlich übertreffen, im Weltall kaum angetroffen werden. Bei der großen Mehrzahl der Sterne liegt die Masse zwischen  $10^{33}$  und  $10^{34}$  Gramm. (Die Masse der Sonne beträgt  $1,98 \cdot 10^{33}$  gr.) Es sieht so aus, sagt Eddington (21), als ob die Natur beim Erzeugen von Sternen ein normales Modell vor Augen gehabt und keine starken Abweichungen geduldet hätte. . . . Die Schwerkraft ist es, welche die Materie sammelt und, indem sie immer mehr Material zusammenträgt, bestrebt ist, Kugeln von riesiger Grösse aufzubauen. Im Gegensatz zu ihr müssen wir den Strahlungsdruck als die wichtigste auseinandertreibende

<sup>1)</sup> Eddington, A. S., *Der innere Aufbau der Sterne*. Ins Deutsche übertragen von E. von der Pahlen. Berlin 1928, Springer. gr. 8. 514 S.

Kraft betrachten. Nur wenn die Masse die Größenordnung von  $10^{33}$  gr erreicht hat, tritt dieser die sammelnde Wirkung der Gravitation kreuzende Faktor, der bis dahin unmerklich geblieben war, in die Erscheinung; aber dann fängt er an, rasch zu wachsen.“

Besondere Erfolge erzielte Eddington dadurch, daß er die Ergebnisse der modernen Atomtheorie auf die astrophysikalischen Verhältnisse anwandte. So erklärt er die außerordentliche Dichte, die wir bei manchen Sternen finden, daraus, daß die Atome bei der hohen Temperatur, die im Innern der Sterne herrscht, ihr Elektronenkleid zum großen Teil abgelegt haben und deshalb ein sehr kleines Volumen besitzen. Dichten von der Größenordnung von 30000 bis 60000 gr pro ccm erscheinen theoretisch vollkommen zulässig. Sternmaterie von der Dichte des Platins hat noch die Kompressibilität eines idealen Gases.

Nicht weniger interessant sind die Untersuchungen Eddingtons über die Quellen der von den Sternen ausgesandten Energie. Die Helmholtzsche Kontraktionstheorie ist ganz unzulänglich. Auch die Annahme, daß durch das Auffallen von Meteoriten hinreichende Wärme erzeugt werde, oder daß der Stern irgendeine den Raum durchdringende subtile Strahlung aufsammele, unterliegt schweren Bedenken. „Keine irgendwie beschaffene Energiequelle kann uns auch nur im geringsten nützen, wenn sie nicht im tiefsten Innern des Sternes Energie befreit (362). Auch die Berufung auf radioaktive Vorgänge nützt nichts. Selbst wenn die Sonne ganz aus Uran bestünde, könnte die Radioaktivität nur die Hälfte der gegenwärtigen Ausstrahlung der Sonne bestreiten; die andere müßte doch aus unbekanntem Quellen stammen. So bleibt nach Eddington nur ein Ausweg: die Annahme, daß in den Sternen Masse in Energie umgewandelt wird. Besäße die Sonne einen Wasserstoffgehalt von sieben Prozent der Gesamtmasse, der sich allmählich (unter einem Massenverlust des Wasserstoffs von 0,8 %) in Helium umwandelte, so würde dadurch die gegenwärtige Strahlung für  $10^{10}$  (d. h. für 10000000000) Jahre gedeckt werden. — Daß in der Tat beständig chemische Elemente aus Wasserstoff aufgebaut werden, ergibt sich aus den neuesten Feststellungen des amerikanischen Physikers Millikan, der gefunden hat, daß die sog. kosmische Strahlung aus vier Strahlungsarten besteht, deren Wellenlänge genau dem Massenverluste entspricht, der bei der Bildung von Helium, Sauerstoff und verschiedenen anderen Elementen aus Wasserstoffkernen und Elektronen eintreten muß. Millikan sieht in der genauen Uebereinstimmung der von ihm gemessenen Wellenlängen mit den aus der Einsteinschen Gleichung aus den Massenverlusten berechneten den ersten empirischen Beweis für den beständigen Neuaufbau von Atomen im Weltenraum.

Eddington ist allerdings der Meinung, daß diese von ihm postulierte und inzwischen von Millikan aufgewiesene Energiequelle noch nicht ausreiche; er macht darum die kühne Annahme, daß sich im Innern der

Sterne Protonen (Wasserstoffkerne) und Elektronen miteinander vereinigen, ihre entgegengesetzten elektrischen Ladungen gegenseitig neutralisieren und dadurch zur Entstehung von Lichtquanten Anlaß geben. Es würde sich so Materie vollkommen in Energie umwandeln, es würde Sternmaterie restlos verbrennen. Für die Sonne ergäbe sich aus dieser Annahme eine Lebensdauer von etwa  $10^{13}$  Jahren.

Was dem Eddingtonschen Werke sein besonderes Gepräge gibt, ist die enge Verknüpfung von reiner Physik und Astrophysik. Er selbst hat im Vorwort zur englischen Ausgabe die Eigenart seines lehrreichen Buches treffend gekennzeichnet mit den Worten: Es würde uns schwer fallen, eine Antwort auf die Frage zu geben, ob der Stern oder das Elektron der eigentliche Held unseres Epos ist.

E. H.