Zeitschrift: Helvetica Physica Acta

Band: 18 (1945)

Heft: III

Artikel: Entstehung, Aufbau, Energiehaushalt und Alter der Sterne und ihrer Planeten

Autor: Gasser, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-111606

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Entstehung, Aufbau, Energiehaushalt und Alter der Sterne und ihrer Planeten[1])

von **A. Gasser.**

(26. III. 1945.)

Zusammenfassung.

1. Ausgehend von den Emden-Eddingtonschen Grundgleichungen über den innern Aufbau einer im Strahlungsgleichgewicht befindlichen polytropen Gaskugel vom Grade $n = 3$, die zu der bekannten Emdenschen Gleichung

$$y'' + \frac{2}{x} y' + y^3 = 0$$

führen (y ist proportional der Temperatur im Sterninnern), wird mit Hilfe des Virialsatzes ein Gleichungssystem abgeleitet, welches gestattet, aus den heutigen Sterndaten (Masse, Radius und Oberflächentemperatur) für jeden Stern die Oberflächenwerte in *dem* Moment zu berechnen, in welchem nach der relativ kurzen aber stürmischen Geburtsphase am Sternrand die Strahlungsimpulse gleich den Gravitationsimpulsen wurden, so dass das Anwachsen der Sternmasse ein Ende nahm und der Stern sich unter dem Einfluss von Gravitation, Wärmebewegung und Strahlung zur massengesättigten Polytrope stabilisierte.

Für den Sonnenball ergeben sich daraus folgende Stabilisierungsdaten:

Radius $R_a = 2{,}115 \,.\, 10^{17}$ cm, Temp. $T_a = 3{,}29^0$ Kelvin.

Randdichte $\varrho_a = 4{,}17 \,.\, 10^{-21}$ gr/cm^3

Für die andern Sterne erhält man analoge Werte.

---

[1]) *Anm. der Redaktion.* Diese Arbeit ist ein Résumé der unter dem gleichen Titel vom Verfasser in den „Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Winterthur" 1945, Heft 24 veröffentlichten Publikation, die auch weitere physikalische Kreise interessieren dürfte.

2. Wegen der Rotation des Sonnenballs kam es schon damals zur Ablösung von Sonnenmasse vom Zentralkörper und damit zur Bildung eines ersten Planeten, der seither und heute noch mit der dem Bahnradius $R_a = 2{,}115 \cdot 10^{17}$ cm entsprechenden Umlaufszeit von $1{,}682 \cdot 10^6$ Jahren die Sonne umkreist.

Wie die Rechnung zeigt, bewirkt er durch seine Gravitation an der Merkurbahn in hundert Jahren eine Perihelverschiebung von 38,4″, während diejenige der andern Planeten wegen des grösseren Drehmomentes unmessbar klein bleibt. Ferner erfährt die mittlere Jahrestemperatur der Erdatmosphäre durch ihn eine Schwankung von 2,8° im Zeitraum von je 841 000 Jahren, begleitet von entsprechenden Klimaänderungen.

3. Benützt man die unter 1. angegebenen Stabilisierungswerte als Ausgangspunkt für die numerische Integration der Emdenschen Diff.-Gl., so kann man den innern Aufbau des frisch stabilisierten Sonnenballs genau berechnen und dabei folgendes konstatieren:

a) Die Integralfunktion $y = f(x)$ der Diff. Gl. ist mit guter Annäherung eine Hyperbel.

b) Im Sternzentrum steigt y und damit Temperatur, Dichte und Druck zu unendlich hohen Werten an, was natürlich unmöglich ist.

4. Mit Hilfe des Virialsatzes wird bewiesen, dass dieses Resultat kein Zufall, sondern eine zwingende Folge der Emden-Eddingtonschen Grundgleichungen ist und daraus geschlossen, dass in den Sternen neben Gravitation, Gasdruck und Strahlungsdruck noch andere Kräfte wirken, die dieses Anwachsen ins Unendliche verhindern.

5. Als solche werden die elektrostatischen Kräfte, die infolge der Ionisation in der Sternmaterie auftreten, in Betracht gezogen und gezeigt, dass der elektrostatische Druck p_e in Verbindung mit den andern 3 Druckkomponenten tatsächlich das weitere Anwachsen von Dichte und Temperatur gegen das Sternzentrum hin verunmöglicht, sobald die Sternmasse den Wert von

$$7{,}16 \cdot 10^{31} \frac{Z^3}{A^2}$$

Gramm erreicht hat, wo Z die Kernladungszahl und A das Atomgewicht der völlig ionisierten Sternmaterie bedeuten.

6. Im Zentrum des Sterns entsteht so eine homogene, isotherme, inkompressible Kugel von 10^{13}—10^{14} gr/cm³ Dichte, der sich die restliche Sternmasse gemäss der Emdenschen Gleichung als lockerere Hülle anlagert.

Dieses neue Kernkugel-Sternmodell ist dadurch ausgezeichnet, dass es, ohne die Grenzen des physikalisch Möglichen zu überschreiten, sowohl der Emdenschen Gleichung als dem Virialsatz genügt und somit thermodynamisch solid verankert ist, während das seit Jahrzehnten als Eckpfeiler des astrophysikalischen Lehrgebäudes dienende Emden-Eddingtonsche Modell nur die Emdensche Gleichung, nicht aber den Virialsatz befriedigt und deshalb bloss eine instabile mathematische Konstruktion darstellt, die schwerlich irgendwo existiert.

7. Auf Grund der oben erwähnten hohen Kerndichte ist zu vermuten, dass im status nascendi des Sterns sein Zentralgebiet zu einer alchemistischen Küche von astronomischen Ausmassen wird, in der sich alle möglichen Atomkernumwandlungen exo- und endothermischer Natur vollziehen, bis nur noch die stabilsten Atome vorhanden sind, deren subatomare Energie als Energiequelle der Strahlung nicht in Betracht fällt. Der übriggebliebene Wasserstoff sammelt sich am äussersten Rand der Sternhülle.

8. Aus dem Umstand, dass in der Kernkugel ca. 5% ihrer Gravitationsenergie in elektrostatische Feldenergie umgesetzt sind, folgt, dass der Grad n der Polytrope nicht invariant ist, sondern vom Werte $n = 3$ im äusseren Teil der Hülle, gegen den Kern hin bis auf den Wert $n = 3{,}164835$ ansteigt, so dass für alle massengesättigten Sterne die wichtige Gleichung

$$\varrho_0 = \varrho_a \left(\frac{T_0}{T_a}\right)^{3{,}164835}$$

gilt.

9. Ersetzt man auf Grund von $3_{a)}$ die Integralfunktion der Diff. Gleichung durch die Hyperbel $T_r = B\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_a}\right)$, so lässt sich die Verteilung der Masse und der Energie im Stern auf einfache Weise berechnen.

10. Infolge der Strahlung zieht sich die Sternhülle kontinuierlich zusammen und zwar so, dass dabei das Strahlungsgleichgewicht erhalten und die Leuchtkraft L konstant bleibt. Auf Kosten der Sternhülle setzt der Kern dauernd neue Schalen an, so dass sein Radius r_0 langsam wächst, während derjenige der

Hülle relativ rasch abnimmt. Die durch die Kontraktion frei werdende Gravitationsenergie deckt den Strahlungsverlust und liefert die zur Erhaltung des thermodynamischen Gleichgewichts und des homologen Aufbaues der Sternhülle nötige Innenwärme.

11. Aus dem Gesetz über die Erhaltung des Impulsmomentes folgt, dass der sich kontrahierende Sonnenball immer schneller rotieren muss. Durch die Trägheitswirkung der Strahlung wird aber die Rotationsgeschwindigkeit automatisch so reguliert, dass sich immer nur dann Planetenmasse ablösen kann, wenn in einem grossen Teil der in der Sternhülle befindlichen Materie eine neue Elektronenschale zum Abbau gelangt. Dieser Umstand ermöglicht vielleicht eine Erklärung der rätselhaften Titius-Bodeschen Reihe.

12. Mit Hilfe des Virial- und Energiesatzes wird bewiesen, dass sich zu den 3 Keplerschen Gesetzen über die Planetenbewegung ein 4. Planetengesetz gesellt, mit dem Wortlaut:

Der Altersunterschied zweier Planeten ist der Differenz der Logarithmen ihrer Bahnradien proportional.

Dieser Beweis erhält eine wertvolle Stütze durch die Tatsache, dass man mit dem Satz über die Erhaltung des Impulsmomentes und durch Berücksichtigung der Äquivalenzgleichung $Ldt\,Erg = \frac{Ldt}{c_g^2}$ Gramm, unabhängig vom Virialsatz, ebenfalls zu diesem 4. Planetengesetz kommt.

13. c_g bedeutet die Geschwindigkeit, mit der sich die Strahlung im Gravitationsfeld der Sternhülle bewegt. Nach ihrer Berechnung mittels des Gravitationsgesetzes lassen sich auch die andern in den Formeln enthaltenen unbekannten Konstanten bestimmen. Damit sind die bloss relativen Ergebnisse durch absolute Werte ersetzt, die nun zwecks Kontrolle mit andern sichern Erkenntnissen verglichen werden können.

14. Die unter (6) erwähnten hohen Dichten sind allerdings unkontrollierbar und erscheinen den bisherigen Auffassungen gemäss wenig glaubhaft. Diesem Passivposten stehen aber folgende Aktiven gegenüber: Die entwickelte Theorie löst das Energieproblem der Sterne ohne Zuhilfenahme unsicherer Faktoren (subatomare Energie), sie liefert für das Alter der Sterne plausible Werte, erklärt die Entstehung der Planeten, und gestattet, aus den Sonnendaten M, R_e, T_e und den Planetenbahnradien das Alter der Sonne und der Planeten sowie folgende völlig heterogene Grössen aus einheitlicher Wurzel richtig zu berechnen:

Physikalische Grösse	Theoretischer Wert	Empirischer Wert	Herkunft des empirischen Wertes	Autor
1. Merkurperihelverschiebung	38,4″ in 100 J.	38,25″ in 100 J.	Bahnelemente des Merkurs	Newcomb u. E. Großmann
2. Alter der Erdrinde	$2{,}225 \cdot 10^9$ Jahre	$2{,}20 \cdot 10^9$ Jahre	Radioaktive Mineralien und Massenspektrograph.	Nier
3. Gasdruck der Photosphäre	$1{,}116 \cdot 10^5$ Dyn./cm²	$0{,}985 \cdot 10^5$ Dyn./cm²	Frauenhofersche Linien	Waldmeier
4. Kernradius vom Uranatom	$1{,}0145 \cdot 10^{-12}$ cm	$0{,}9$–$1{,}1 \cdot 10^{-12}$ cm	Atomzertrümmerung	Diverse
5. Impulsmoment von Uranus und Saturn	$9{,}638 \cdot 10^{49}$ g cm²/sec	$9{,}6172 \cdot 10^{49}$ g cm²/sec	Planetenmasse und Bahnradius	Astronom. Jahrbuch Berlin 1940

15. Das sind triftige Argumente dafür, dass die Materie im Sternzentrum offenbar doch den Ergebnissen der Theorie gemäss so eng zusammengepresst ist, dass sich die nackten Atomkerne direkt berühren.

16. Am Schluss der Studie folgt noch eine plausible Erklärung über die Ursache der kosmischen Höhenstrahlung und gewisser Novaeerscheinungen.

Technikum, Winterthur.