

Werk

Titel: Über die Bewegung und Verteilung der Sterne im Raume

Untertitel: Fortsetzung

Autor: Gill , David

Ort: Braunschweig

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022 | LOG_0445

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXII. Jahrg.

7. November 1907.

Nr. 45.

David Gill: Über die Bewegung und Verteilung der Sterne im Raume. (Rede des Präsidenten der British Association for the Advancement of Science zur Eröffnung der Versammlung in Leicester 1907.)

(Fortsetzung.)

Säkulare parallaktische Bewegungen der Sterne. Der Wert solcher Bestimmungen wird, ungleich den nach der Methode der jährlichen Parallaxe gemachten, mit der Zeit wachsen. Freilich kann das Verfahren nicht angewendet werden auf die Bestimmung der Parallaxen individueller Sterne, weil die Eigenbewegung eines bestimmten Sternes nicht getrennt werden kann von dem Teil seiner Scheinbewegung, die von der parallaktischen Verschiebung herrührt. Aber was wir besonders brauchen, ist nicht, die Parallaxe eines individuellen Sternes zu bestimmen, sondern die mittlere Parallaxe einer besonderen Gruppe oder Klasse von Sternen, und für diese Untersuchung ist die Methode ganz besonders anwendbar, vorausgesetzt, daß wir annehmen dürfen, die Eigenbewegungen seien aufs Geratewohl verteilt, so daß sie keine systematische Tendenz in irgend einer Richtung haben; mit anderen Worten, daß das Gravitationszentrum irgend einer ausgedehnten Gruppe von Sternen im Raume fest bleiben wird.

Diese Annahme ist natürlich nur eine Arbeitshypothese und eine, von der wir aus der Abhandlung über Sternströmung, die Professor Kapteyn aus Groningen auf der Johannesburger Versammlung der Gesellschaft vor zwei Jahren mitgeteilt hat, bereits wissen, daß sie ungenau ist. Kapteyns Resultate sind ganz neulich in merkwürdiger Weise von Eddington bestätigt worden, der unabhängiges Material benutzte und nach einer neuen und eleganten Methode diskutierte. Beide Resultate zeigten, daß wenigstens für ausgedehnte Strecken des Raumes eine nahezu gleiche Zahl von Sternen existiert, die sich in genau entgegengesetzten Richtungen bewegen. Die Annahme, daß das Mittel aus den Eigenbewegungen Null ist, kann wenigstens für diese Teile des Raumes noch als eine gute Arbeitshypothese betrachtet werden.

Indem er eine angenäherte Lage des Apex der Sonnenbewegung annahm, löste Kapteyn die beobachteten Eigenbewegungen der Bradleyschen Sterne in zwei Komponenten auf, nämlich eine in der Ebene des größten Kreises, der durch den Stern und den Apex geht, die andere rechtwinklig zu dieser Ebene. Die erste Komponente enthält offenbar das

Ganze der parallaktischen Bewegung, die letztere ist von ihr unabhängig und rührt gänzlich von den wirklichen Bewegungen der Sterne selbst her. Aus der ersteren wird die mittlere parallaktische Bewegung der Gruppe abgeleitet und von der Kombination der zwei Komponenten das Verhältnis der Geschwindigkeit der Sonnenbewegung zu der mittleren Geschwindigkeit der Sterne der Gruppe.

Da die Entfernung einer Gruppe von Sternen, die durch die parallaktische Bewegung gefunden ist, als eine Einheit in Werten der jährlichen Bewegung der Sonne im Raume ausgedrückt wird, ist die Geschwindigkeit dieser Bewegung eine der fundamentalen Größen, die zu bestimmen sind. Wenn die mittlere Parallaxe einer hinreichend ausgedehnten Gruppe oder Klasse von Sternen bekannt wäre, hätten wir sogleich ein Mittel zur direkten Bestimmung der Geschwindigkeit der Sonnenbewegung im Raume; oder wenn wir andererseits durch unabhängige Methoden die Geschwindigkeit der Sonne bestimmen könnten, dann könnte die mittlere Parallaxe irgend einer Gruppe von Sternen bestimmt werden.

Bestimmung der Sternbewegung in der Gesichtslinie. Die Wissenschaft verdankt Sir William Huggins die Anwendung des Dopplerschen Prinzips auf die Bestimmung der Geschwindigkeit der Sternbewegung in der Gesichtslinie. Die Methode ist jetzt so gut bekannt, und ein so bewundernswerter Bericht von ihrer Theorie und praktischen Entwicklung ist von ihrem berühmten Entdecker an dieser Stelle auf der Cardiff-Versammlung 1891 gegeben worden, daß weitere Erwähnung dieses Teiles der Frage unnötig scheint.

Die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung im Raume. Wenn nach dieser Methode die Geschwindigkeit in der Gesichtslinie von einer hinreichenden Zahl von Sternen, die in der Nähe des Apex und Antiapex der Sonnenbewegung liegen, bestimmt werden könnte, so daß im Mittel angenommen werden dürfte, daß ihre eigenen Bewegungen verschwinden würden, hätten wir sogleich eine direkte Bestimmung der gesuchten Geschwindigkeit der Sonnenbewegung.

Das Material für diese Bestimmung häuft sich langsam an, und in der Tat ist vieles von dem bereits Angehäuftes noch nicht publiziert. Aber selbst mit dem verhältnismäßig spärlichen, verfügbaren Material scheint es jetzt fast sicher, daß der wahre Wert

der Sonnengeschwindigkeit zwischen 18 und 20 km pro Sekunde liegt; oder, wenn wir den Mittelwert nehmen, 19 km pro Sekunde, dies würde fast genau entsprechen einer jährlichen Bewegung der Sonne im Raume gleich dem Vierfachen des Abstandes der Sonne von der Erde.

Da somit die jährliche Bewegung der Sonne viermal so groß ist wie der Sonnenabstand, so muß die parallaktische Bewegung der Sterne, bei denen diese Bewegung unverkürzt ist, viermal so groß sein wie ihre Parallaxe. Wie diese Zahl sich mit der Größe der Verkürzung verändert, ist natürlich leicht zu berechnen. Die Hauptsache ist, daß wir nun imstande sind, aus der mittleren parallaktischen Bewegung einer Gruppe von Sternen sofort ihre mittlere Parallaxe abzuleiten.

Diese Untersuchung ist von Kapteyn für Sterne verschiedener Größen durchgeführt worden. Sie führte zu dem Ergebnis, daß die Parallaxe von Sternen, die um fünf Größen differieren, nicht im Verhältnis von 1:10 differiert, wie aus der Voraussetzung gleicher Leuchtfähigkeit der Sterne im Universum folgen würde, sondern nur im Verhältnis von 1:5 etwa.

Dieselbe Methode kann nicht auf Sterngruppen von verschiedenen Eigenbewegungen angewendet werden, und nur durch eine etwas indirekte Untersuchung und durch Zuhilfenahme derjenigen zuverlässigen Resultate der direkten Parallaxenbestimmungen, die wir besitzen, könnte die Änderung der Parallaxe mit der Eigenbewegung befriedigend behandelt werden.

Die mittleren Parallaxen der Sterne verschiedener Größe und Eigenbewegung. (Wir übergehen diesen Abschnitt der Rede, weil im laufenden Jahrgang unserer Rundschau dieser Gegenstand bereits zweimal etwas eingehender [S. 1 und S. 359] behandelt ist.)

Die Verteilung der verschiedenen Leuchtfähigkeiten der Sterne. Aber neben der mittleren Parallaxe der Sterne von besonderer Größe und Eigenbewegung ist es wesentlich, daß wir annähernd wissen, welcher Prozentsatz der Sterne einer solchen Gruppe die doppelte, dreifache usw. mittlere Parallaxe der Gruppe hat und welcher Prozentsatz nur die Hälfte, ein Drittel dieser Parallaxe usw. Im Prinzip wenigstens kann man dieses Häufigkeitsgesetz erhalten mit Hilfe der direkt bestimmten Parallaxen. Für die Sterne, von denen wir zuverlässige Bestimmungen besitzen, können wir diese wahren Parallaxen mit der mittleren Parallaxe der Sterne vergleichen, die entsprechende Größe und Eigenbewegung haben, und dieser Vergleich wird zur Kenntnis des gesuchten Häufigkeitsgesetzes führen. Freilich ist wegen der Spärlichkeit des Materials, das gegenwärtig verfügbar ist, die Bestimmung des Häufigkeitsgesetzes nicht so sicher, als wünschenswert wäre, aber weitere Verbesserungen sind eine bloße Frage der Zeit und der Zunahme der Parallaxen-Bestimmungen.

Nehmen wir vorläufig das auf diese Weise von Kapteyn gefundene Häufigkeitsgesetz an, so können

wir alle Sterne bis herab zu etwa neunter Größe im Raume lokalisieren.

Nehmen wir z. B. die Sterne von der Größe 5,5 bis 6,5. Von diesen Sternen gibt es etwa 4800 am Himmel. Nach Auwers-Bradley haben etwa $9\frac{1}{2}\%$ dieser Sterne, oder etwa 460 im ganzen, Eigenbewegungen zwischen $0,04''$ und $0,05''$. Nach Kapteyns empirischer Formel, deren befriedigende Übereinstimmung mit den Yale-Resultaten oben gezeigt worden ist, ist die mittlere Parallaxe dieser Sterne fast genau $0,01''$. Ferner haben nach seinem Häufigkeitsgesetz 29% der Sterne Parallaxen zwischen dem mittleren Wert und dem Doppelten des mittleren Wertes; 6% haben Parallaxen zwischen zwei- und dreimal den Mittelwert; $1\frac{1}{2}\%$ zwischen drei- und viermal den Mittelwert. Somit werden von unseren 460 Sternen 133 Parallaxen zwischen $0,01''$ und $0,02''$, 28 zwischen $0,02''$ und $0,03''$, 7 zwischen $0,03''$ und $0,04''$ haben und so fort.

Lokalisieren wir in derselben Weise die Sterne sechster Größe, die andere Eigenbewegungen haben, und behandeln wir die Sterne erster, zweiter, dritter Größe usf. bis zur neunten Größe in derselben Weise, so lokalisieren wir schließlich alle diese Sterne im Raume.

Freilich haben wir nicht die einzelnen Sterne lokalisiert, aber wir kennen annähernd und innerhalb bestimmter Grenzen der Größe die Zahl der Sterne in jedem Abstände von der Sonne.

Wenn so die scheinbare Helligkeit und der Abstand bekannt sind, haben wir die Mittel, die Lichtenergie oder die absolute Leuchtfähigkeit der Sterne zu bestimmen, vorausgesetzt, daß man annehmen kann, daß das Licht keine Extinktion auf seinem Wege durch den interstellaren Raum erleide.

Mit dieser Annahme gelangte Kapteyn zu dem Ergebnisse, daß man innerhalb einer Kugel, deren Radius 560 Lichtjahre beträgt (eine Entfernung, welche dem des Durchschnittssterne der neunten Größe entspricht), finden wird:

1 Stern, der	von 100 000	bis 10 000	} mal das Licht unserer Sonne geben.
26 Sterne, die	" 10 000	" 1 000	
1 300 "	" 1 000	" 100	
22 000 "	" 100	" 10	
140 000 "	" 10	" 1	
430 000 "	" 1	" 0,1	
650 000 "	" 0,1	" 0,01	

Die Dichte der Sternverteilung in verschiedenen Abständen von unserer Sonne. Betrachten wir schließlich die Verteilung der Stern-dichten, das ist die Zahl der in der Volumeinheit enthaltenen Sterne.

Wir können nicht die absolute Sterndichte bestimmen, weil z. B. einige von den Sternen, die wir aus ihren gemessenen Parallaxen als uns verhältnismäßig nahe kennen, an sich so wenig leuchtend sind, daß sie, bis zu einem auch nur wenig Lichtjahre größeren Abstände entfernt, schwächer als neunter Größe erscheinen und so unter die Größe sinken würden, bei der unsere Daten gegenwärtig aufhören.

Wenn wir aber annehmen, daß blasse und helle