

Zeitschrift: Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 9 (1957)

Artikel: Wir betrachten den Sternenhimmel
Autor: Egger, Fritz
Kapitel: 7: "Systematik" der Sterne
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-584751>

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: 08.02.2026

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

trennt werden. So bietet uns die sog. Spektralanalyse die Möglichkeit einer chemischen Analyse auf Distanz.

Der Astrophysiker kann sich mit ihrer Hilfe Auskunft verschaffen über die chemische Zusammensetzung der Sternoberflächen, von denen das zu uns gelangende Licht ausgesandt wird. Diese Untersuchungen haben zur erstaunlichen Erkenntnis geführt, daß am Aufbau der Himmelskörper genau die gleichen Bausteine, die uns bekannten chemischen Elemente, beteiligt sind. In dieser Beziehung herrscht also eine überzeugende Einheitlichkeit im Weltall. Die weitaus häufigsten Elemente im Weltall sind Wasserstoff und Helium, alle andern chemischen Elemente, wie z.B. Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, die Metalle etc., machen zusammen knapp ein Prozent aus.

Die Aufnahme oder Abgabe von Licht durch die Atome erfolgt bei verschiedenen Temperaturen verschieden. Aus dem Spektrum ist also auch die Temperatur des Strahlers ersichtlich. Ein ähnlicher Zusammenhang besteht mit dem Druck, unter dem sich das leuchtende Gas befindet.

Es ist also, zusammenfassend, möglich, aus dem Licht im wesentlichen folgende Eigenschaften der an seiner Erzeugung beteiligten Stoffe in Erfahrung zu bringen: Art und Anzahl der Atome (qualitative und quantitative chemische Analyse), Druck, unter dem sich die Gase befinden und ihre Temperatur. Aus der Temperatur kann man berechnen, wieviel Licht jeder Quadratcentimeter der Sternoberfläche in einer Sekunde abstrahlt. Aus der auf die Erde von diesem Stern ankommenden Lichtmenge ist es möglich, rückwärts etwas zu erfahren über die Größe der gesamten Sternoberfläche, d.h. über den Sterndurchmesser.

Von Tausenden von Sternen sind bis heute die sog. Zustandsgrößen gesammelt worden: Oberflächentemperatur, Leuchtkraft (Kerzenstärke) und Durchmesser. Dazu kommt noch die Masse, oft auch (fälschlicherweise) als «Gewicht» bezeichnet.

7. «Systematik» der Sterne

Wie in den andern Wissenschaften, z.B. Botanik, Zoologie, Mineralogie usw., besteht auch in der Astronomie das Bedürfnis, in die Fülle der Erscheinungsformen der Sterne eine gewisse Ordnung zu bringen.

Nur eine einzige Größe ändert sich von Stern zu Stern kaum, nämlich die Masse oder, anders ausgedrückt, die Stoffmenge, die sie in sich vereinigen. Alle Sterne sind ungefähr gleich «schwer», könnte man sie wägen. Die überwiegende Mehrzahl der Sterne besitzt eine Masse, die das 4-fache der Sonnenmasse nicht übersteigt und ihre Hälfte kaum unterschreitet. Vereinzelte Bewohner des Universums bringen es als Ausnahmen auf 400 Sonnenmassen im Maximum und auf $\frac{1}{10}$ derselben im Minimum.

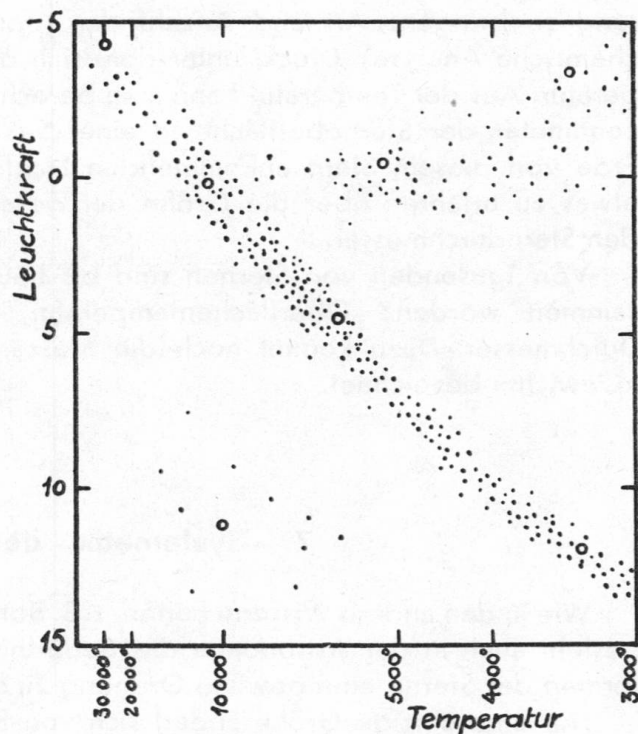
Ein sehr viel weiterer Spielraum steht der Leuchtkraft zur Verfügung: von Sternen, die, an den Platz der Sonne gesetzt, an die 100 000-mal heller strahlen würden als diese, bis zu Leuchtzwerge, die 100 000-mal schwächer sind als unser Tagesgestirn, kommen alle Zwischenstufen vor.

Auch die Oberflächentemperatur erstreckt sich über einen großen Bereich: extrem rote Sterne erreichen kaum 2000° , unsere Sonne mit ihren 6000° hält die Mitte, steht aber gegen den blauen Leuchtriesen mit $50\,000^{\circ}$ weit zurück.

Bei den Sterndurchmessern liegen die vorkommenden Extreme ebenfalls sehr weit auseinander: ausgesprochene Zwerge erreichen die Größe unseres Mondes, sind also 400-mal kleiner als die Sonne, die voluminösen Uebergiganten hingegen übertreffen die Sonne um das Tausendfache und mehr! Im Leibe der Riesensterne, wie z.B. der rote Stern Beteigeuze im Orion einer ist, hätte die Erdbahn gut Platz.

Seit 50 Jahren teilt man die Sterne nach ihrer Oberflächentemperatur und nach ihrer Leuchtkraft ein. Jeder Stern wird in ein Diagramm eingetragen, in dem Temperatur und Leuchtkraft enthalten sind. Man erhält in großen Zügen

Fig. 4 Hertzsprung-Russell-Diagramm (schematisch). Am linken Rand des Feldes liegen die heißen, weißen, am rechten die kühleren, roten, Sterne; am oberen Rand sind die Leuchtriesen und am unteren die Zwerge zu finden. Die in der Tabelle auf Seite 30 aufgeführten Sterne sind in dieser Darstellung durch kleine Kreise gekennzeichnet; der Kreis in der Mitte des Feldes entspricht der Sonne.



das Bild von Fig. 4. Jeder Stern ist dargestellt durch einen Punkt senkrecht über seiner Oberflächentemperatur und auf der Höhe seiner Leuchtkraft (angegeben in einer der scheinbaren Helligkeit verwandten Skala). Man hätte erwartet, daß sowohl von den kühlen, roten, als auch von den heißen, blauen Sternen solche jeglicher Leuchtkraft vorhanden seien. Dem ist aber nicht so.

Das nach seinen Entdeckern benannte Hertzsprung-Russell-Diagramm zeigt nämlich, daß im großen und ganzen ein ziemlich eindeutiger Zusammenhang besteht zwischen der Oberflächentemperatur (d.h. auch der Farbe) und der Kerzenstärke der Großzahl der Sterne. Im allgemeinen sind die roten Sterne, mit geringer Temperatur, auch die lichtschwächeren, sie werden als rote Zwerge bezeichnet und haben ihren Platz im rechten unteren Teil der Darstellung. Die blauen, sehr heißen Sterne sind in der Regel auch die leuchtkräftigsten, sie sind in der linken oberen Ecke zu finden. Unsere Sonne ist als Punkt vermerkt, welcher über der Temperatur 6000° und neben der Leuchtkraft $+ 4.7$ steht. Die weitaus größte Zahl der anderen Sonnen ordnet sich im Hertzsprung-Russell-Diagramm auf der Diagonale von links oben nach rechts unten an.

Wie überall, gibt es auch in der Sternsystematik Spezialfälle. Solche sind durch die Sterne in der rechten oberen Ecke unserer Aufstellung gegeben. Diese verhältnismäßig kühlen Himmelskörper, die bei ihrer niedrigen Temperatur nur wenig Licht pro Quadratcentimeter ausstrahlen, müssen eine ungeheure Oberfläche haben, um uns so hell zu erscheinen. Ihr Name, «Rote Riesen» ist deshalb sehr zutreffend.

Gerade das Gegenteil ist zu sagen von den wenigen Sonnen, die im linken unteren Teil der Zeichnung liegen: weil sie nicht die ihrer hohen Temperatur entsprechende Leuchtkraft haben, muß ihre Oberfläche außerordentlich klein sein, damit auch ihre Abmessungen. Sie erhalten den sinnvollen Namen «Weiße Zwerge». Wir kennen die Weißen Zwerge nur in unserer nächsten Umgebung, da ihr Licht zu schwach ist, um auf große Distanzen bemerkt zu werden; ihre Zahl beträgt zur Zeit kaum 100. Der erste Weiße Zwerg wurde vor etwas mehr als 100 Jahren entdeckt ohne vorerst gesehen zu werden; es ist der Begleitstern von Sirius. Außerordentlich genaue Messungen ergaben damals, daß Sirius am Himmel kleine Pendelbewegungen ausführte, die vom Mathematiker Bessel als Einflüsse eines anderen Himmelskörpers gedeutet wurden. Bessel hat gleichzeitig auch angegeben, in welcher Distanz dieser unsichtbare Stern um Sirius herumkreisen und welche Masse er haben müsse. Man war nur erstaunt, daß ein solcher Begleiter nicht schon gefunden worden war. Erst einige Jahre später konnte dieser Zwerg zufällig von einem Optiker beobachtet werden, der eine neue Linse an Sirius ausprobierte. Sirius-B, wie er in der Folge genannt wurde, ist nur wenig größer als die Erde, vereinigt in sich aber dieselbe Stoffmenge wie die Sonne. Ein Kubikcentimeter Materie aus Sirius-B würde auf unserer Erde gegen 200 Kilogramm wiegen (zum Vergleich: ein Kubikcentimeter Wasser wiegt ein Gramm!). Es war den letzten Jahrzehnten vorbehalten, zu erklären, wieso Materie so ungeheuer dicht zusammengepreßt werden kann, daß aus ihr ein Stoff entsteht, der einige tausendmal schwerer ist als die irdischen Stoffe mit den größten spezifischen Gewichten. Dies ist nur möglich, wenn die Atome von ihrer Hülle entblößt und in ihre Bestandteile zerlegt werden. Diese lassen sich dann auf kleinstem

Raum unterbringen (man führt ja auch auf einem Eisenbahnwagen einen Riesenkran zur Baustelle, welcher zusammengesetzt von der Bahn nie befördert werden könnte).

Wir haben bereits davon gesprochen, daß die Massen der Sterne sich verhältnismäßig wenig voneinander unterscheiden. Ihr mittleres spezifisches Gewicht muß sich deshalb in entsprechend so weiten Grenzen bewegen wie ihre geometrischen Abmessungen. In der nachfolgenden Tabelle sind einige charakteristische Sterne mit ihren Zustandsgrößen zusammengefaßt. Wir erkennen daraus, daß die Verhältnisse, unter denen wir die Materie auf der Erde beobachten können, nur einen winzigen Teil der Skala bilden, die durch die Zustände im Weltall draußen gegeben ist. Die erste Kolonne enthält den Namen des Sterns, die zweite seine Oberflächentemperatur, die dritte die Leuchtkraft, verglichen mit jener der Sonne, die vierte seine Masse, wieder gemessen in Sonnenmassen, die fünfte den Durchmesser in Sonnendurchmessern (1.4 Millionen km) und die letzte die Dichte, d.h. die Zahl, die angibt, wieviele Gramm ein Kubikzentimeter Sternmasse auf der Erde wiegen würde.

Stern	Temperatur Grad	Leuchtkraft	Masse	Radius	Dichte gr/cm ³
Y CYG	30 000	30 000	17	5.9	0.1
Sirius	11 200	40	2.4	1.8	0.6
Sonne	6 000	1	1.0	1.0	1.4
Krüger-60	3 300	0.001	0.1	0.5	1.1
Capella	5 200	100	4	10	0.005
Zeta AUR	3 600	5 600	15	160	0.000005
Epsilon AUR	1 700	—	25	2000	0.000000003
Sirius-B	10 000	0.003	0.96	0.02	200 000

Die ersten vier Sterne mit der Sonne sind Vertreter aus der Diagonale des Hertzsprung-Russell-Diagramms; sie unterscheiden sich vor allem in ihrer Temperatur und Leuchtkraft. Krüger-60 ist einer der schwächsten Sterne, die wir kennen und befindet sich im Diagramm zu unterst in der rechten Ecke. Die nächsten drei Himmelskörper sind ausgesprochene Rote Riesen, ausgezeichnet durch ihre verhältnismäßig niedrige Temperatur und ihre gigantischen Abmessungen. Der Stern Epsilon im Sternbild Fuhrmann ist so groß, daß in seinem Leib gerade noch die Saturn-Bahn, einschließlich der Bahnen von Merkur, Venus, Erde, Mars und Jupiter, Platz hätte. Seine Materie ist aber so fein verteilt, daß erst ein Würfel von 14 Metern Kantenlänge ein Gramm wiegen würde; das Gas, aus dem er besteht, ist ungefähr so dünn wie das restliche Gas in einer Röhre! Der Stern ist übrigens so lichtschwach, daß

man ihn gar nicht mehr sieht; seine Existenz ist nur sichergestellt durch die Wirkungen, die er auf einen andern in seiner Nähe sich befindenden Himmelskörper ausübt.

Vielleicht ist uns der Leser bis zu diesem Punkt mit einigem Zögern gefolgt. Er mag der Sache nicht so recht trauen, stammen doch die genannten Zahlen ausschließlich von Auskünften, die uns das Licht geben kann, nachdem es die weiten Räume von den Sternen in unsere Teleskope zurückgelegt hat und hier durch Linsen und Prismen und über Spiegel auf die photographische Platte gelenkt wurde. Er tröste sich, denn er ist nicht der erste Zweifler, an dem die Astronomen ihre Argumente ausprobiert haben!

Weil wir gerade bei den großen Zahlen sind, besteht Gelegenheit, noch etwas über

8. Die Entfernungsbestimmung im Weltall

zu sagen. Eine Methode haben wir bereits kennen gelernt, nämlich jene, welche zur Berechnung des Abstandes die scheinbare Helligkeit und die aus dem Spektrum bestimmte Leuchtkraft benützt. Die genannte Methode kann aber nur angewendet werden, wenn sie durch direkte Distanzmessungen an ausgewählten Sternen geeicht worden ist.

Dazu verwendet der Astronom dasselbe Standlinienverfahren, mit dem der Geometer das Land vermißt. Er wählt eine Standlinie $A-B$ (Fig. 5), die er mit dem Meterstab ausmißt. Von ihren Endpunkten aus visiert er den Punkt P mit der unbekannten Entfernung an und bestimmt die Winkel bei A und B . Aus

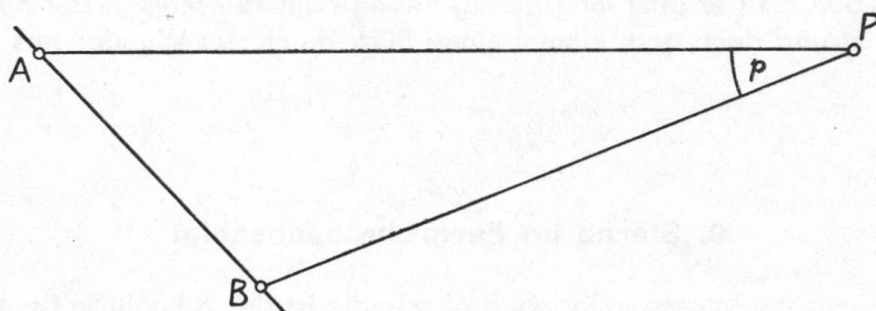


Fig. 5 Standlinienmethode für die Entfernungsbestimmung.

den Angaben, den beiden Winkeln und der Länge der Standlinie, kann die Strecke $A-P$ oder $B-P$ errechnet werden. Ist P sehr weit entfernt, wird die Sache etwas schwieriger, denn der Winkel p bei P wird dann immer kleiner, die Winkelmessung bei A und B muß immer genauer erfolgen. Dem kann durch Wahl einer längeren Standlinie abgeholfen werden. Aber schon für die Bestimmung der Sonnenentfernung ist der Erddurchmesser — die größte