

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: - (1947)
Heft: 15

Artikel: Was liegt zwischen den Sternen?
Autor: Egger, Fritz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-900556>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

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

Was liegt zwischen den Sternen?

Von FRITZ EGGER, Neuhausen a. Rh.

Stellen wir uns die gegenseitigen Abstände der Fixsterne im Verhältnis zu ihren Durchmesser modellmässig dar, so müssten wir zum Beispiel je eine kirschengrosse Sonne in jede europäische Hauptstadt verteilen. Dieses Modell führt uns die schauerliche Leere des Weltraumes deutlich vor Augen, und bis vor ungefähr 50 Jahren dachte niemand ernsthaft daran, die astronomische Forschung auch auf den Raum *ausserhalb* der Sterne auszudehnen. Wohl wies schon 1782 William Herschel auf die Möglichkeit hin, dass das Sternlicht durch ein im Raum verteiltes „duftiges“ Medium verfärbt, geschwächt oder gar ausgelöscht werden könnte. Auch sein Zeitgenosse Messier glaubte, dass das zarte flächenhafte Leuchten verschiedener Stellen der Milchstrasse auf Materie zwischen den Sternen zurückzuführen sei. Die Ideen dieser Pioniere wurden aber von den damaligen Astronomen nicht aufgenommen. Erst hundert Jahre später, nachdem inzwischen Spektralanalyse und Photographie eingeführt worden waren, trat die Erforschung des interstellaren Raumes in ein neues Stadium.

Es war einem ehemaligen Liebhaber-Astronomen und Photographen vorbehalten, zwischen den Sternen eine ganz neue Welt zu entdecken: Edward Emerson Barnard (1857—1923) photographierte mit einer antiquarisch erstandenen Willard-Portraitlinse die Milchstrasse (1889). Die später (1911) von der Lick-Sternwarte (Mount Hamilton, Californien) veröffentlichten Aufnahmen gestatteten den Astronomen, ganz neue Ansichten über den Aufbau der Sternsysteme zu gewinnen. Zu fast der gleichen Zeit wie Barnard — der als bester Himmelsbeobachter seiner Generation gilt — stellte in Heidelberg auch Max Wolf mit einem Tessar-Objektiv Milchstrassenbilder her, die den Barnard'schen nicht nachstanden.

Plötzlich rückte der Inhalt eines bis dahin als ganz leer angenommenen Raumes in den Mittelpunkt der astronomischen Forschung; mit Hilfe grosszügiger Stiftungen konnten bessere Instrumente gebaut werden, so z. B. die Bruce-Teleskope, die grossen Reflektoren auf Mount Wilson, der Crosley-Reflektor und andere, die alle für die Untersuchung der interstellaren Materie eingesetzt wurden.

Die Milchstrassenaufnahmen zeigen vor allem eine Unmenge heller Nebelflecken; die einen scheinen sich verwaschen unter den Sternen zu verlieren oder breiten sich gleich zarten

Cirrus-Schleiern über weite Himmelsstriche aus, andere zeigen messerscharfe Kanten oder scheinbar herausgestanzte, völlig schwarze Löcher, wieder andere gleichen eher wilden, windzerzausten Gewitterwolken, durch welche die Sonne bricht. Dann wurden viele Stellen inmitten der Sternheere der Milchstrasse gefunden, wo nicht ein einziger Stern zu sehen ist, während dicht daneben die Sternpunkte zusammenzufließen scheinen. Diese Dunkelwolken („Kohlensäcke“) wurden bald als eine wesentliche Eigenart der Milchstrasse erkannt und auch bei extragalaktischen Sternsystemen (z. B. Spindelnebeln) beobachtet. Ueber ihre Natur aber waren sich die Fachleute lange im Unklaren. So merkwürdig das heute klingt, glaubte doch die Mehrzahl der Forscher an wirkliche Sternleeren, an „Löcher“ im Himmel, durch die man weit ins Nichts des Weltalls hinaussehen könne.

Erst als mit Hilfe der grossen, lichtstarken Instrumente die Natur der leuchtenden Nebelflecken aufgeklärt werden konnte, ergab sich auch für die Dunkelwolken eine befriedigende Deutung. Man fand, dass die Spektren der hellen Nebel im wesentlichen getreue Abbilder der Spektren der in ihnen liegenden Sterne sind. Aus der Intensitätsverteilung in der Strahlung dieser Himmelskörper konnte mit Sicherheit geschlossen werden, dass die so formenreichen Wolken fast ausschliesslich aus Staub bestehen, der das Licht der in ihnen eingebetteten Sterne streut oder reflektiert; diese Gebilde werden daher auch als Reflexionsnebel bezeichnet. Es ist klar, dass diese Staubwolken unsichtbar bleiben, wenn sie nicht durch einen hellen Stern beleuchtet werden; sie machen sich aber dadurch bemerkbar, dass sie das von den dahinterliegenden Sternen zu uns kommende Licht abschwächen oder gar ganz auslöschen. Damit ist schon eine befriedigende Erklärung für das Auftreten der Sternleeren gefunden. Durch Staffelung verschiedener solcher Staubmassen ergeben sich Wirkungen ähnlich Theaterkulissen (wie z. B. in der Nähe von Zeta Orionis, Abb. Seite 307). Auch die scharfen Ränder lassen sich so verstehen. Der grösste Teil der abwechslungsreichen Struktur des Milchstrassenbandes ist auf den Wechsel von dunkeln und hellen Nebeln zurückzuführen, mehr als auf reelle Schwankungen in der Sterndichte.

Schon früh wurden in den Spektren heller Nebel (so z. B. des grossen Orionnebels, des Nordamerikanebels und anderer) Emissionslinien festgestellt, die nicht mit denjenigen des beleuchtenden Sterns übereinstimmten und die nur in Gasen ihren Ursprung haben können, welche sich im interstellaren Raum befinden. Es zeigte sich, dass fast alle oben als Staubwolken bezeichneten Nebel Gase enthalten, deren Atome durch die Bestrahlung mit kurzwelligem Sternlicht zum Selbstleuchten angeregt werden. Allerdings tritt dieses Selbstleuchten nur dann deutlich in Erscheinung, wenn die erregende Strahlung von einem Stern emittiert wird, dessen Temperatur höher als ca. 20 000° ist. Es besteht also kein grundsätzlicher Unterschied zwischen Reflexionsnebeln (mit kontinuierlichem Spektrum) und Emissionsnebeln (mit Linienspektrum).

Ausser in diesen grossen, einen Raum von Hunderten von Kubiklichtjahren ausfüllenden Wolken findet sich interstellare Materie auch auf verhältnismässig kleinem Raum zusammengeballt vor. Diese sogenannten planetarischen Nebel sind aus Sternen hervorgegangen, die einen Teil ihrer Hülle oder Atmosphäre aus irgend einem Grunde von sich gestossen haben; vermutlich steht das Aufgeblasenwerden dieser Sterne in engem Zusammenhang mit dem Auftreten von Neuen Sternen oder sogar Supernovae (für den sog. Krebsnebel im Stier ist der Zusammen-



Helle und dunkle Nebel in der Umgebung des linken Gürtelsternes des Orion (ζ Orionis). An einem undurchsichtigen Vorhang vorbei blickt man in das im Hintergrund hell beleuchtete Nebelmeer.

hang mit einer in China und Japan im Jahre 1054 beobachteten Supernovae nachgewiesen, die damals am hellichten Tag gesehen wurde). Die planetarischen Nebel (wie z. B. der Ringnebel in der Leier, der Eulennebel im Grossen Bären etc.) zeigen in der Regel ein ausgeprägtes Emissionsspektrum, bestehen also zum grössten Teil aus Gasen. Verschiedene dieser Nebelhüllen befinden sich auch heute noch in Ausdehnung; es wurden Geschwindigkeiten bis zu 1000 km/sec festgestellt.

So steht heute fest, dass der Raum zwischen den Sternen gar nicht sehr leer ist, sondern verschiedene Stoffe enthält, die zu den mannigfaltigsten Erscheinungen Anlass geben. Der so bizarre grosse Orion-Nebel ist zum Beispiel eine riesige Wolke, bestehend aus

kosmischem Staub (Korngrösse ca. $\frac{1}{10000}$ bis $\frac{1}{100}$ mm; aus was für Material diese Partikel bestehen, ist noch nicht genau bekannt) und Gasen (Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff in einer der uns umgebenden Luft ähnlichen Mischung), in der ungeheuren Verdünnung von nur wenigen Atomen oder Molekülen pro cm^3 ; ein Gramm dieser Nebelmaterie verteilt sich auf das Volumen eines Würfels von ca. 100 km Kantenlänge! Dass auch grössere Materiebrocken (mit Gewichten vom Kilogramm bis zur Tonne) im Welt- raum vorhanden sind, ist anzunehmen, denn Musterexemplare davon fallen ja gelegentlich als Meteoriten auf unsere Erde. — Die Orion-Wolke befindet sich in einer Entfernung von etwa 2000 Licht- jahren und hat einen Durchmesser von rund 100 Lichtjahren; sie ist eine der grössten dieser Art.

Auf die Zusammensetzung der interstellaren Materie kann aus dem Zustand des Sternlichtes geschlossen werden, das auf seiner Reise durch diese Hindernisse abgelenkt, geschwächt oder sonst verändert worden ist. Wie wissen wir aber, wie die Strahlung zu- sammengesetzt war, als sie frisch vom Stern emittiert wurde? Die Untersuchungen auf diesem Gebiet haben alle nur statistischen Charakter und die Resultate gelten nie für einen bestimmten Ein- zelfall, da wir im allgemeinen über den genauen Verlauf der Vor- gänge auf den Sternen viel zu wenig wissen. Andererseits wird aber auch sofort klar, dass zur Beurteilung der wirklichen Zustände der Sterne in erster Linie bekannt sein muss, was mit dem Licht — das allein uns Aufschluss geben kann — im interstellaren Raum geschieht, damit wir seinen Ausgangszustand rekonstruieren kön- nen. Die Oeffnung dieses in sich geschlossenen Problemkreises ist noch nicht vollständig gelungen, und die endgültigen Ergebnisse sind noch gar nicht abzusehen.

Grossangelegte statistische Untersuchungen der letzten Jahr- zehnte (sog. Sternzählungen) haben gezeigt, dass auch der Raum ausserhalb der bisher behandelten hellen und dunkeln Wolken von Materie erfüllt ist, welche Ursache einer all g e m e i n e n i n t e r- stellaren Absorption ist. Direkt äussert sich dieser Stoff nur durch einige schwache Absorptionslinien, die er dem ihn durch- querenden Licht aufprägt. Die Aufnahme dieser Spektrallinien, und noch mehr ihre Identifikation, stellen ganz gewaltige Leis- tungen der praktischen Astrophysik dar. Heute sind Linien der Ele- mente Calcium, Natrium, Titan, Kalium und Eisen bekannt. Einige mehr verwaschene Linien konnten als Reste von Molekül-Banden von CH (Methin) und CN (Cyan) gedeutet werden. Wasserstoff konnte bis jetzt nur in der Verbindung CH nachgewiesen werden, da sich die Strahlung der Wasserstoff-Atome unter den hier herr- schenden Bedingungen ganz im ultravioletten Spektralbereich be- findet, der durch den Ozonmantel um unsere Erde vollständig ab- geschnitten wird. Dieser Staub und diese Gase scheinen ziemlich gleichmässig über den ganzen Milchstrassenraum verteilt zu sein, jedenfalls gleichen sich die Dichteschwankungen auf grosse Distan- zen aus, sodass man heute sogar so weit geht, die Intensität der

interstellaren Absorptionslinien als Masstab für die Entfernung der Himmelskörper zu verwenden (z. B. der sehr heissen B-Sterne).

Die Atome der Gase sind zu einem grossen Anteil ionisiert, also elektrisch geladen, sodass auch auf das Vorhandensein von Elektronen geschlossen werden kann, umso mehr, als die Sterne dauernd Elektronen emittieren. Vielleicht tragen gerade diese geladenen Teilchen zur Dynamik des Weltalls bei und ist ein Teil der Rotverschiebung in der Strahlung der fernen Spiralnebel auf ihre Existenz zurückzuführen.

Die Astrophysiker neigen heute dazu, anzunehmen, dass sich im Raum zwischen den Sternen rund ebensoviel Materie befindet, wie in den Sternen selbst. Eine kleine Rechnung zeigt, dass die Dichte der interstellaren Materie in diesem Fall ca. 10^{-24} g/cm³ sein muss. Ein sehr gutes Vakuum, im irdischen Laboratorium hergestellt, enthält pro cm³ noch Billionen von Atomen oder Molekülen; im interstellaren Raum befinden sich aber pro m³ nur noch einige Tausende! Aus den Intensitäten der interstellaren Linien kann man beispielsweise schliessen, dass in einem Kubikmeter Weltraum durchschnittlich ein einziges Natrium-Atom enthalten ist!

Auf den ersten Blick scheint es, dass dieses „Fast Nichts“ im Weltraum kaum der Rede wert sei, und doch kommt eine gut feststellbare Wirkung auf das Licht zustande, weil der Weg durch diesen wirklich „duftigen“ Stoff nach Tausenden und Millionen von Lichtjahren gemessen wird. Pro Kiloparsec (ca. 3260 Lichtjahre) Weg wird das Sternlicht durch die allgemeine interstellare Absorption bis um beinahe eine Grössenklasse geschwächt. Die Entfernungsbestimmung auf Grund des Ausbreitungsgesetzes für die Strahlung ist deshalb in Frage gestellt. Es muss eine entsprechende Korrektur an der scheinbaren Helligkeit der Himmelskörper angebracht werden, erst dann kann sie mit der absoluten Helligkeit zusammen die richtige Entfernung ergeben. Die Helligkeit nimmt eben nicht mehr mit dem Quadrat der Entfernung ab, sondern rascher! Die Sterne stehen uns näher, als man vor dem Anbringen dieser Korrektur glaubte, unsere Milchstrasse schrumpft zusammen und reiht sich in ihrer Grösse schön unter ihre Schwestern. So konnte auch diese „Auszeichnung“ beseitigt werden, und unser Wohnplatz im Weltraum sticht nun durch gar nichts mehr aus dem Heer der andern Milchstrassensysteme hervor.

Trotzdem man nun auch zwischen den Sternen Materie entdeckt hat — die eine mindestens so wichtige Rolle spielt, wie die Sterne selbst —, ist der Weltraum immer noch entsetzlich leer, und die kleinste Unregelmässigkeit in der Verteilung der Materie fällt uns als Stern, Nebelfleck, als Sternhaufe oder als Spiralnebel auf und bietet in der trostlosen Weite des Universums eine kleine Abwechslung — unter Umständen sogar wird sie zum Wohnplatz für denkende Wesen.