

Volker Ossenkopf

lebt in Brühl

Dialog als Wechselwirkung

Man könnte Forschung zum „Dialog der Sterne“ leicht als Unsinn abtun, da Sterne schließlich nicht sprechen können. Bei genauerer Betrachtung können uns Sterne jedoch eine ganze Menge erzählen, auch wenn sie das nicht mit akustischen, sondern mit elektromagnetischen Wellen tun. All die Informationen, die wir heute über andere Sterne besitzen, stammen aus elektromagnetischer Strahlung, die sie uns, aber auch anderen Sternen und den dazwischenliegenden Wolken aus Staub und Gas, gesandt haben.

Im Teilprojekt C1 des Sonderforschungsbereiches 956 erforschen wir, wie die Strahlung aufgenommen wird und was dabei mit den Wolken des „zuhörenden“ interstellaren Materials passiert. Die auftretenden Effekte ähneln denen, die wir

erleben, wenn wir uns zu stark der Strahlung unseres Sterns, der Sonne, aussetzen.

Da ist zum einen der Sonnenbrand, der dadurch entsteht, dass die ultraviolette Strahlung des Sonnenlichts einzelne Moleküle in unserer Haut aufspaltet, sich freie Radikale bilden und diese die DNS und ganze Zellen schädigen können. Wenn ultraviolette Sternenstrahlung auf die Moleküle des interstellaren Gases fällt, werden auch diese dissoziiert und es entstehen ähnliche Radikale. Die dadurch angetriebene Reaktionskette füllt mehr als ein ganzes Chemielabor. Um alle Reaktionen zu verstehen, die im interstellaren Gas durch ultraviolette Strahlung angetrieben werden, müssen wir mehrere hundert chemische Verbindungen untersuchen,



Die „Sprache“ der Sterne: M16 in optischer Strahlung (Hubble Space Telescope, NASA)



Die „Antwort“ des interstellaren Mediums: Der gleiche Ausschnitt in Fern-Infrarot-Strahlung (Herschel Space Observatory, ESA)

Volker Ossenkopf

die ihrerseits über mehrere tausend verschiedene Reaktionen miteinander verknüpft sind.

Die Arbeit daran kombiniert zwei Zugänge. Einerseits simulieren wir alle chemischen Reaktionen im Computer. Dazu berechnen wir aus im Labor gemessenen Reaktionsraten die erwarteten Häufigkeiten der verschiedenen Verbindungen in Abhängigkeit von der einfallenden Strahlung. Diese Werte vergleichen wir dann mit direkten Beobachtungen interstellarer Moleküle. Mit diesem kombinierten Herangehen können wir im Detail vorhersagen, welche Moleküle im interstellaren Medium unter dem Einfluss der Sternenstrahlung produziert werden und unter welchen Bedingungen sich dort zum Beispiel Moleküle wie Wasser, Alkohole oder Aminosäuren bilden können.

Der zweite jedem wohlbekannte Strahlungseffekt ist der Sonnenstich, also die Aufheizung des Kopfes und Körpers auf Temperaturen jenseits des Normalen. Die gleiche Aufheizung erleben auch die interstellaren Wolken. „Normale“ Temperaturen sind hier allerdings für menschliche Begriffe extrem kalt. Die typische Temperatur des „normalen“ kalten Gases liegt nur etwa 10 Grad über dem absoluten Nullpunkt, also

bei -260°C , während aufgeheiztes interstellares Gas zum Beispiel etwa -150°C „warm“ ist. Der Effekt des Aufheizens ist allerdings der gleiche wie bei jedem Gas, das wir von der Erde kennen: Wenn die Temperatur steigt, wächst der Druck im Gas und es dehnt sich aus.

Diese Ausdehnung bestimmt nun das weitere Schicksal der interstellaren Wolken. Hier konkurrieren zwei gegensätzliche Kräfte. Auf der einen Seite steht die Gravitation. Diese wirkt zwischen allen Körpern, selbst den extrem dünn verteilten Teilchen des interstellaren Gases und Staubes, und versucht diese auf einen Punkt zusammenzuziehen. Wenn die Gravitation gewinnt, stürzt die interstellare Wolke in sich zusammen und bildet aus ihrem Material neue Sterne. Auf der anderen Seite steht der thermische Gasdruck in der Wolke. Umso wärmer die Wolke ist, umso stärker versucht der Druck, die Wolke auseinanderzutreiben.

Im einfachsten Fall könnte man also annehmen, dass die Strahlung der Sterne eine interstellare Wolke auf eine höhere Temperatur aufheizt, dadurch der thermische Druck wächst, die thermische Expansion gegen die Gravitation gewinnt und sich die Wolke im interstellaren Raum verliert. Praktisch gibt

es aber immer Teile der Wolken, die den strahlenden Sternen näher sind als andere. Wenn sich dann die Wolkenteile, die den Sternen direkt zugewandt sind, ausdehnen, können sie wiederum benachbarte kühlere Wolkenteile zusammendrücken, so dass in diesen die Gravitation gewinnt und sich neue Sterne bilden.

Im Teilprojekt C1 untersuchen wir, welcher Prozess am Ende dominiert. Wir möchten herausfinden, ob die Strahlung anderer Sterne eher dazu führt, dass Wolken interstellaren Materials sich nach und nach auflösen oder ob sie unter ihrer Eigengravitation kollabieren und neue Sterne bilden. Beispiele gibt es für beide Szenarien. Wir erforschen, welches in der typischen Physik des interstellaren Mediums am häufigsten vorkommt.

Die Aufheizung der Wolken hat aber noch eine weitere wichtige Folge. Sie beginnen selbst verstärkt zu strahlen. Da wir es aber mit Temperaturen zu tun haben, die immer noch deutlich unter dem Celsius-Nullpunkt liegen, sieht man dieses „Glühen“ nicht als sichtbare Strahlung, sondern nur als Fern-Infrarot-Strahlung. Um die Wolken und ihr Schicksal zu beobachten, brauchen wir deshalb Teleskope, die Fern-In-

frarot-Strahlung detektieren können. Der Betrieb des Herschel-Weltraumteleskops durch die ESA von 2009 - 2013 hat das in noch nie dagewesener Schärfe ermöglicht und uns einen einmaligen Blick auf die Physik der interstellaren Wolken gewährt. Nun müssen wir unsererseits noch die „Sprache“ der interstellaren Wolken entschlüsseln, also verstehen, wie wir alle Informationen aus der Infrarot-Strahlung der Wolken gewinnen können und was diese uns über die Struktur, die chemische Zusammensetzung und das weitere Schicksal der Wolken verraten.

Insgesamt sehen wir also, dass sowohl Sterne als auch das Material zwischen den Sternen sehr „gesprächig“ sind und sie uns viel über ihren Aufbau und ihre Entwicklung verraten. Das interstellare Medium reagiert dabei auch stark auf die Strahlung der Sterne. Was man aber auch einräumen muss: Die Sterne selbst sind schlechte Zuhörer.