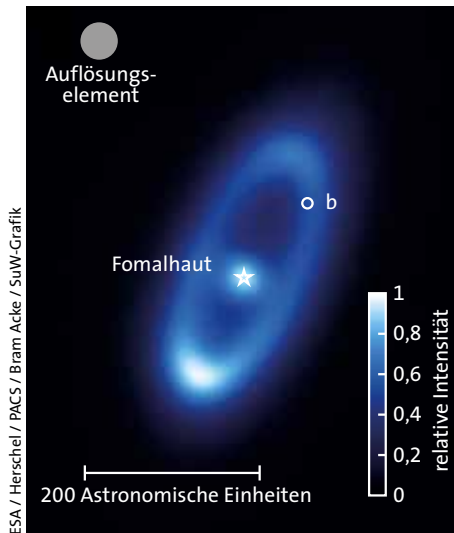
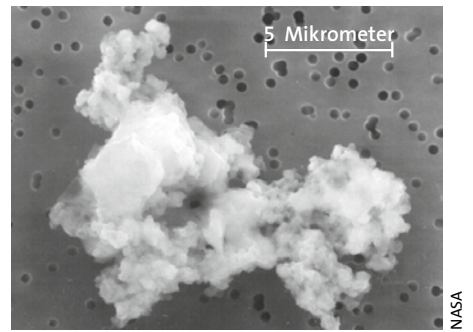




Den Staubgürtel um den Stern Fomalhaut zeigt das Infrarotbild des Weltraumteleskops Herschel bei einer Wellenlänge von 70 Mikrometern. Die Exzentrizität des Gürtels lässt sich daran erkennen, dass der Stern nicht genau im Zentrum des Rings steht. Da sein Südteil näher am Stern liegt, ist er wärmer und leuchtet heller im Infrarotlicht. In der Falschfarbenaufnahme ist dies als weißer Fleck zu sehen. Der Ort des unbestätigten Planetenkandidaten Fomalhaut b ist markiert.



Solche porösen Staubkörner lassen sich in der irdischen Stratosphäre einsammeln und sind interplanetaren Ursprungs. Ähnliche Staubkonglomerate treten offenbar auch im Fomalhautsystem auf.

derart kleine Staubpartikel schnell aus der Umgebung des Sterns heraustreiben und müsste somit den Ring effizient abtragen – es sollte ihn also gar nicht geben.

Ein Astronomenteam um Bram Acke vom Astronomischen Institut der Katholischen Universität im belgischen Löwen bieten in ihrer Veröffentlichung eine einfache Erklärung, welche die scheinbaren Widersprüche miteinander vereinen kann. Mit porösen Staubteilchen, die aus wenige Mikrometer großen Einzelkörnern zusammengesetzt sind, lassen sich alle Beobachtungen erklären. Das Abstrahlungsverhalten wird von den kleinen Einzelkörnern bestimmt und erklärt die Beobachtungen mit dem Weltraumteleskop

Herschel. Die Lichtstreuung hingegen ist durch die Gesamtgröße der porösen Staubkonglomerate festgelegt und begründet so die Beobachtungen von Hubble. Zudem sind die Partikel groß genug, um dem Strahlungsdruck länger zu widerstehen.

Poröse Staubteilchen gibt es auch in unserem Sonnensystem: Sie entstehen offenbar nur bei der Kollision von Kometen mit ihresgleichen (siehe Bild oben rechts). Zusammenstoßende Asteroiden hingegen produzieren andere Partikel und können den Staubring um Fomalhaut deshalb nicht erklären.

Acke und seine Kollegen berechneten die Staubmenge, die jeden Tag um den Stern produziert werden muss, damit sie

den erwarteten Verlust durch den Strahlungsdruck ausgleicht. Die Forscher kommen auf das Äquivalent von täglich rund 2000 Zusammenstößen zwischen Kometenkernen von je einem Kilometer Durchmesser. Demnach wäre das junge Fomalhautsystem ein wahrhaft chaotischer Ort! Die Gesamtzahl der dortigen Kometen berechneten die Wissenschaftler zu 100 Milliarden bis 10 Billionen, je nach angenommener Größe der Kometen. Damit beträgt die Gesamtmasse des Staubgürtels um Fomalhaut rund 110 Erdmassen. Der Ring ist mit dem Kuipergürtel im jungen Sonnensystem vergleichbar, aus dem Pluto und weitere Zwergplaneten jenseits von Neptun entstanden.

ZUM NACHDENKEN

Der Staubring um Fomalhaut

Der junge Stern Fomalhaut ist von einer Staubscheibe mit dem Radius $R = 141,4$ AE umgeben bei einer Ringbreite von $B = 14,4$ AE. Die Staubtemperatur maßen die Astronomen mit ALMA zu $T_S = 48$ Kelvin ($1 \text{ AE} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$).

Aufgabe 1: Man bestimme die Leuchtkraft des Rings L_{Ring} zunächst unter der Annahme, dass seine Fläche A_{Ring} komplett mit Staubteilchen abgedeckt sei. Dies gelingt mit Hilfe des Stefan-Boltzmann-Gesetzes: $L_{\text{Ring}} = A_{\text{Ring}} \sigma T_S^4$ ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$).

Aufgabe 2: Fomalhaut steht in der Entfernung $d = 7,685 \text{ pc}$ ($1 \text{ pc} = 3,086 \cdot$

10^{16} m). Man berechne **a)** den auf der Erde eintreffenden Fluss $S_{\text{Ring}} = L_{\text{Ring}} / (4 \pi d^2)$. **b)** Die ALMA-Beobachtungen erfolgten bei der Frequenz $\nu = 357 \text{ GHz}$ und einer Bandbreite von $\Delta\nu = 4 \cdot 1875 \text{ MHz}$. Dieses Band von $\nu_1 = \nu - \Delta\nu/2$ bis $\nu_2 = \nu + \Delta\nu/2$ enthält den Anteil $q = 4,726 \cdot 10^{-4}$ des bei der Temperatur T_S als Schwarzer Körper strahlenden Staubs. Man ermittle den Fluss $B_{\text{Ring}} = S_{\text{Ring}} q$, den der Staubring demnach bei der Erde produziert. **c)** Der von ALMA tatsächlich gemessene spektrale Fluss des Staubbrings ist $F_{\text{SA}} = 84 \text{ Millijansky (mJy, } 1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W Hz}^{-1} \text{ m}^{-2})$. Man berechne den Fluss B_A durch Multiplizieren des spektralen Flusses mit der Bandbreite: $B_A = F_{\text{SA}} \Delta\nu$.

Aufgabe 3: a) Durch den Vergleich des Flusses B_{Ring} von der als geschlossen gedachten Ringfläche mit B_A lässt sich der Füllfaktor f berechnen und damit der Anteil, den die Staubteilchen mit Radius $s = 1 \text{ mm}$ tatsächlich ausfüllen. **b)** Für die Dichte $\rho = 2,5 \text{ g/cm}^3$ berechne man die Staubmasse des Rings und vergleiche mit der Erdmasse $m_E = 5,974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. August 2012** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377.

Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern **Preise** verlost: siehe S. 109

