sich gemeinsam mit Fomalhaut etwa 0,4 Bogensekunden pro Jahr in südöstlicher Richtung über den Himmel (siehe Bild links).

Diese gemeinsame Eigenbewegung ist ein starker Hinweis, dass die Sterne gravitativ aneinander gebunden sind. TW PsA und LP 876-10 erhielten daher die Namen Fomalhaut B und C. Ungewöhnlich ist dabei, dass die Begleiter TW PsA und LP 876-10 immerhin 1,96 Grad beziehungsweise 5,67 Grad von Fomalhaut entfernt am Himmel stehen. In absoluten Abständen sind das 0,90 Lichtjahre beziehungsweise 2,51 Lichtjahre. Diese Werte sind sehr genau bekannt, weil für alle drei Sterne wegen ihrer Nähe zur Sonne präzise Parallaxenwerte verfügbar sind.

Wie Mamajek und seine Kollegen ausrechneten, ist der Radius, den Fomalhaut A mit seiner Gravitation dominiert, rund 5,5 Lichtjahre groß. Der Stern kann seine beiden Begleiter damit dauerhaft an sich binden. Woher aber kommen die großen Abstände, insbesondere der von Fomalhaut C? Stellare Begleiter befinden sich meistens innerhalb von 0,3 Lichtjahren um ihren Stern, Abstände von mehreren Lichtjahren sind selten. Eine Möglichkeit ist, dass Fomalhaut C auf einer stark exzentrischen Bahn kreist und sich gegenwärtig nahe des Aphels seiner Bahn befindet, also am besonders weit von Fomalhaut entfernten Bahnpunkt. Wäre das der Fall, dann müsste LP 876-10 seinem Partner Fomalhaut im Laufe der letzten 10 bis 100 Millionen Jahre erheblich näher gekommen sein – ausreichend nahe, um in Fomalhauts Staubgürtel für Unruhe zu sorgen und auch die exzentrische Umlaufbahn von Fomalhaut b zu verursachen.

## Noch eine Scheibe

Die Bahnen von LP 876-10 und TW PsA sind jedoch unbekannt. Dafür haben Greg Kennedy von der University of Cambridge in Großbritannien und seine Kollegen eine andere interessante Entdeckung gemacht: Mit dem Instrument PACS (Photodetector and Array Camera & Spectrometer) an Bord des mittlerweile stillgelegten Weltraumteleskops Herschel fanden sie bei Wellenlängen von 100 und 160 Mikrometern einen Überschuss der Infrarotstrahlung von LP 876-10 (siehe Bilder S. 30 oben). Dieser Strahlungsüberschuss lässt sich auf eine den Stern umgebende Staubscheibe ähnlich derjenigen bei Fomalhaut zurückführen, so schließen die Forscher. Das Fomalhaut-System beherbergt demnach zwei zirkumstellare Scheiben.

PACS hat eine Winkelauflösung von etwa zwei Bogensekunden und erlaubt daher keine detallierte Abbildung dieser Struktur. Modellrechnungen zeigten jedoch, dass der Durchmesser der Scheibe mindestens 20 Astronomische Einheiten beträgt, was etwa der großen Halbachse der Uranusbahn um die Sonne entspricht (siehe Grafik S. 30 unten). Das berichten Kennedy und sein Team in ihrer in den Monthly Notices of the Royal Astronomical Society veröffentlichten Arbeit.

Die Staubscheibe um LP 876-10 könnte wichtige Informationen über die Vergangenheit des Formalhaut-Systems enthalten – und insbesondere die Frage klären helfen, ob sich Fomalhaut und LP 876-10 in der Vergangenheit nahe gekommen sind. Aus Sicht der Astronomen um Kennedy ergeben sich zwei mögliche Szenarien: Im ersten waren Fomalhaut und LP 876-10 immer weit voneinander ge-

**ZUM NACHDENKEN**

# Das Fomalhaut-System

Die drei Sterne Fomalhaut A, B und C bilden ein hierarchisches System. Während die Komponenten A und B, also Fomalhaut selbst und TW Piscis Austrinis (PsA), mit $m_A = 1{,}92$ und $m_B = 0{,}73\ M_\odot$ vergleichsweise große Massen haben und nur in knapp zwei Grad Abstand zueinander stehen, ist LP 876-10, der mit $m_C = 0{,}18\ M_\odot$ masseärmere Stern C, mit $\delta_{AC} = 20407''$ am weitesten entfernt.

**Aufgabe 1:** Man berechne den tatsächlichen Abstand $d_{AC}$ zwischen Fomalhaut A und C in AE. Dabei sind die Parallaxen $\pi$ der beiden Sterne $\pi_A = 129{,}8$ m″ und $\pi_C = 132{,}1$ m″ (m″ = Millibogensekunde). **Hilfe:** Zwischen Parallaxe $\pi$ und Entfernung $d$ in Parsec besteht die Beziehung: $d = (''/\pi)$ pc. Mit hinreichender Genauigkeit folgt das Ergebnis mit Hilfe des Kosinussatzes: $d_{AC}{}^2 = d_A{}^2 + d_C{}^2 - 2\, d_A\, d_C \cos \delta_{AC}$.

**Aufgabe 2:** Solche Mehrfachsysteme bleiben im gravitativen Störfeld des Milchstraßensystem stabil, solange sie kleiner sind als der auch Jacobi-Radius genannte Gezeitenradius $r_G$ im galaktischen Potenzial:

$$r_G = \sqrt[3]{\frac{G\,\Sigma(m_i)}{4\,\Omega\,A}}\,.$$

Dabei ist $G = 6{,}6743 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{m^3\,kg^{-1}\,s^{-2}}$ die Gravitationskonstante und $\Sigma(m_i)$ bezeichnet die Summe der Massen im Fomalhaut-System. $\Omega$ ist die Winkelgeschwindigkeit der Galaxis am Ort von Fomalhaut. Die beiden Oortschen Konstanten sind $A = 14{,}82\ \mathrm{km\,s^{-1}\,kpc^{-1}}$ und $B = -12{,}37\ \mathrm{km\,s^{-1}\,kpc^{-1}}$. Dabei verwenden wir der Einfachheit halber die Daten für die Sonnenumgebung, schließlich ist das Fomalhaut-System keine acht Parsec von uns entfernt, liegt also in unserer Nachbarschaft. Es gilt weiterhin: $\Omega = A - B$. Man ermittle den Jacobi-Radius des Fomalhaut-Systems. Ist Komponente C im System gravitativ gebunden oder besteht die Möglichkeit, dass LP 876-10 durch das galaktische Potenzial dem System verloren gehen kann? **Tipp:** Zur Umrechnung zwischen Parsec (pc) und Astronomischer Einheit (AE) lässt sich die Gleichung $1\ \mathrm{pc} = [\tan(1°/3600)]^{-1}$ AE verwenden.

AXEL M. QUETZ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **13. August 2014** 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. 101