

## Planeten im Staub

*Störungen in einer zirkumstellaren Staubscheibe gewähren aufschlussreiche Blicke in die Frühzeit eines extrasolaren Planetensystems.*

Die Entstehungsgeschichte unseres Sonnensystems hat Wissenschaftler seit jeher fasziniert und beschäftigt. Da es kaum Möglichkeiten gibt, die Vergangenheit des eigenen

Dieses Szenario unterstützen nun Beobachtungen des Astronomen Michael Liu, der am Keck-Observatorium auf Hawaii Hinweise auf Planeten gefunden hat, welche sich noch innerhalb einer Staubscheibe um einen jungen Stern befinden.

In der Frühphase der Planetenentstehung ist der junge, nur wenige Millionen Jahre alte Protostern von einer zirkumstellaren Scheibe umgeben, welche vor allem aus Gas

Im Laufe der weiteren Entwicklung eines jungen Planetensystems sammelt sich der Staub in der Mittelebene der Scheibe. Dort verdichtet sich der Staub und wächst über eine Sequenz von haftenden Kollisionen und gravitativen Wechselwirkungen von einigen Mikrometer großen Teilchen bis hin zu kilometergroßen Planetenvorläufern, so genannten Planetesimalen. Das umgebende Gas sammelt sich dann in der Endphase der Planetenentstehung, aufgrund einer Instabilität, exponentiell schnell auf dem festen Kern an, man spricht von einem „Runaway“-Prozess. Einen guten Überblick über das Standardszenario der Planetenentstehung gibt der Review-Artikel von Lissauer [2]. Das restliche Gas in der Scheibe löst sich schließlich auf, indem es entweder auf dem Stern landet, vom Planeten aufgesammelt oder vom Sternwind weggeblasen wird. Nach diesem, Scheibendissipation genannten, Vorgang, der etwa 10 bis 20 Millionen Jahren dauert, ist dann ein Planetensystem entstanden, das vom übriggebliebenen Staub umgeben ist. Die letzten Reste einer solchen Staubscheibe – wegen ihrer laufenden Erneuerung durch zerstörerische Kollisionen größerer Teilchen auch Debris-Scheibe genannt – sind in unserem Sonnensystem als schwaches Zodiaklicht in der Dämmerung des Himmels kurz nach Sonnenuntergang zu beobachten.

Bei anderen Sternen sind solche Debris-Scheiben nur mit Hilfe von modernster astronomischer

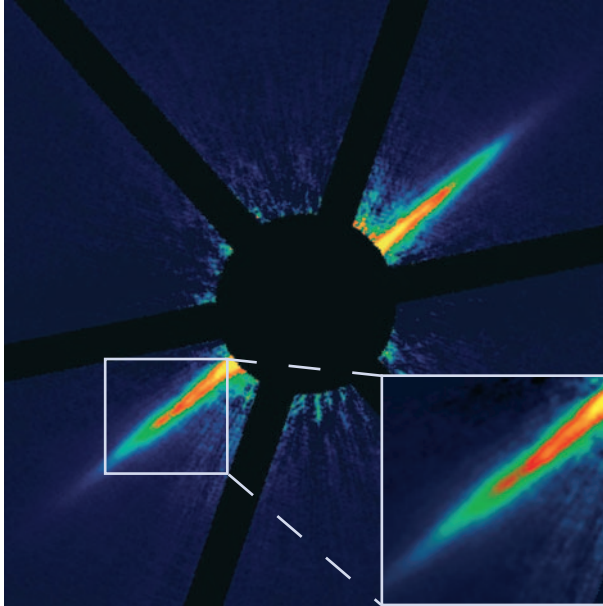


Abbildung der Staubscheibe um AU Mic, gewonnen mit dem 10m-Keck-Teleskop auf dem Mauna Kea in Hawaii. Das Licht des Sterns selbst wurde in diesem Bild abgezogen, um die Scheibe deutlicher hervorzuheben. Die Unregelmäßigkeiten in der Scheibe weisen auf unsichtbare Planeten hin, welche den Stern umkreisen. Das Bild erstreckt sich über 100 Astronomische Einheiten. (Foto: M. Liu, IfA-Hawaii/Keck Observatory)

Sonnensystems retrospektiv zu untersuchen, suchen Astronomen weltweit nach Hinweisen auf Planetenentstehung bei anderen Sternen. Gemäß dem Standardszenario entstehen Planeten simultan mit dem Zentralstern, und zwar aus einer zirkumstellaren Gas-Staubscheibe.<sup>\*)</sup>

mit einer Beimischung von etwa 1 % Staubanteil besteht. Solche Scheiben um junge Sterne wurden durch das Hubble-Weltraumteleskop z. B. im Orionnebel eindrucksvoll als dunkle Silhouette-Scheiben vor einem hellen Hintergrund nachgewiesen.

\*) vgl. auch Phys. Blätter, Oktober 1999, S. 47

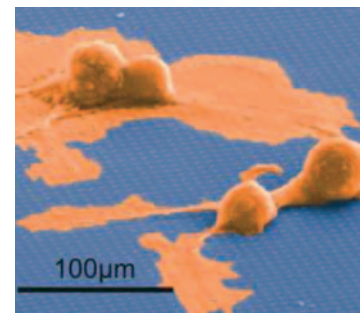
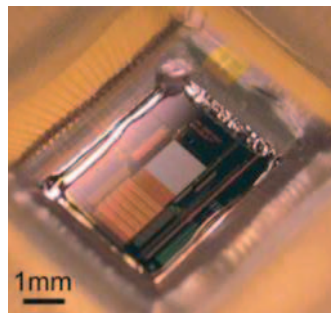
#) www.obspm.fr/encycl/encycl.html

+) ESO-Pressemitteilung 23/04

## Liveübertragung aus dem Nervensystem

Wie entstehen die komplexen Eigenschaften des Gehirns aus dem Zusammenspiel seiner vielen Nervenzellen? Ein Ansatz zur Beantwortung dieser faszinierenden Frage besteht darin, die Aktivität jeder einzelnen Nervenzelle in einem Nervenflocht oder in Hirngewebe zeitaufgelöst zu verfolgen. Zu diesem Zweck hat die Arbeitsgruppe von Peter Fromherz am Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried gemeinsam mit der Infineon Technologies AG einen Sensorchip entwickelt, der auf ei-

nem Quadratmillimeter  $128 \times 128$  Sensoren enthält, mit denen sich die schwachen elektrischen Signale in Zellverbänden detektieren las-



sem Chip ist es bereits gelungen, die Signalausbreitung in gekoppelten Schneckenneuronen mit einer zeitlichen Auflösung von rund einer Millisekunde und einer räumlichen Auflösung von  $7,8 \mu\text{m}$  quasi im Film festzuhalten (A. Lambacher et al., Appl. Phys. A 79, 1607). Derzeit untersucht Fromherz, wie sich elektrische Aktivität im Gewebe des

Hippocampus eines Rattenhirns ausbreitet. Dieser Teil des Gehirns spielt eine wesentliche Rolle für das Gedächtnis (SJ).

Prof. Dr. Wilhelm Kley, Institut für Astronomie und Astrophysik, Abt. Computational Physics, Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 10, 72076 Tübingen

Beobachtungstechnik nachweisbar. Michael Liu von der Universität von Hawaii hat nun hochauflösende Bilder einer zirkumstellaren Staubscheibe um den Stern AU Microscopii (AU Mic) publiziert, die erst Ende Juni mit Hilfe adaptiver Optik am 10m-Keck-Teleskop bei einer Wellenlänge von  $1,64 \mu\text{m}$  gewonnen wurden [3] (Abb.). Bei einer Entfernung von 33 Lichtjahren liegt AU Mic praktisch vor unserer kosmischen Haustür und ist gleichzeitig mit einem Alter von nur 12 Millionen Jahren extrem jung im Vergleich zu unserer 4,6 Milliarden Jahre alten Sonne. Deutlich sichtbar ist die zirkumstellare Staubscheibe von AU Mic mit einem Radius von über 100 Astronomischen Einheiten (AE). Die physische Auflösung wurde aufgrund der Nähe und der verwendeten Beobachtungstechnik auf bisher unerreichte 0,4 AE gesteigert.

Die Scheibe, welche direkt von der Seite beobachtet wird, ist nicht gleichmäßig hell, sondern weist deutliche Unregelmäßigkeiten in der Intensität in einem Abstand von etwa 25 bis 40 AE vom Stern auf (Inset in der Abbildung). Eine solche Morphologie deutet auf größere, unsichtbare Körper von planetarer Masse in der Scheibe hin, welche durch ihre Gravitationswirkung Störungen hervorrufen. Ringförmige Lücken in der Scheibe können dabei von eingebetteten Planeten hervorgerufen werden. Solche Planeten, selbst wenn sie so groß wie Jupiter wären, sind in der Staubscheibe nicht direkt nachweisbar, weil das Auflösungsvermögen hierfür noch nicht ausreicht. Die induzierten Störungen haben allerdings Ausdehnungen im Bereich einer AE und lassen sich somit direkt beobachten.

Durch eine genauere Analyse der Daten erhofft man sich Rückschlüsse auf Massen und Bahnelemente vorhandener Planeten. So wird die Scheibe durch stark exzentrische Bahnen oder auch große Planetenmassen selbst exzentrisch, was sich als Rechts-Links-Asymmetrien in der Helligkeit zeigen kann. Gegen die Scheibe geneigte Planeten-Bahnen können zu vertikalen (oben-unten) Asymmetrien führen, was auch als *warped disk* bezeichnet wird. Die neuen Beobachtungen liefern einen klaren (indirekten) Hinweis auf eine kürzlich stattgefundenen oder noch andauernde Planetenentstehung und ermöglichen somit einen vielversprechenden Blick in die planetare Jugendzeit.

Die Eigenschaften des AU Mic-Systems ähneln sehr denjenigen des gut untersuchten Sterns  $\beta$  Pictoris ( $\beta$  Pic) [1], dessen zirkumstellare Staubscheibe bisher die einzig bekannte mit solchen Unterstrukturen war. Auch dort vermutete man eingebettete Körper/Planeten als Ursache, konnte sich aber wegen der bisherigen Einzigartigkeit von  $\beta$  Pic nicht sicher sein. Die neuen Daten von AU Mic zeigen nun, dass Asymmetrien und Unterstrukturen allgemeinere Eigenschaften von Staubscheiben zu sein scheinen. Interessanterweise gehören AU Mic und  $\beta$  Pic zur selben Gruppe von Sternen [5]: Sie sind in etwa gleich alt und ihre Massen liegen mit 0,5 bzw. 2,0 Sonnenmassen im Bereich der Masse unseres Sonnensystems.

Neben diesen spannenden neuen Beobachtungen direkt zur Kosmogonie von Planetensystemen im Allgemeinen hat natürlich auch die Entdeckung der extrasolaren Planeten um sonnenähnliche Sterne, von denen jetzt etwa 130 bekannt sind,<sup>#)</sup> unsere Kenntnisse über die vielfältige Struktur von Planetensystemen revolutioniert. Diese Planeten wurden allerdings auch nur indirekt entweder durch die Messung der stellaren Radialgeschwindigkeit oder Beobachtung eines Transits nachgewiesen. In der Theorie hat man schon Bilder von jungen Planeten in Scheiben berechnet [4], jedoch wird eine neue Ära in diesem Gebiet erst durch eine direkte Abbildung eines extrasolaren Planeten eingeläutet werden; ein Ziel, an dem die Astronomen sehr intensiv arbeiten.

WILHELM KLEY

- [1] P. Artymowicz, *Space Science Reviews*, **92**, 69 (2000)
- [2] J. J. Lissauer, *Ann. Review of Astronomy & Astrophysics*, **31**, 129 (1993)
- [3] M. C. Liu, *Science*, **305**, 1442 (2004)
- [4] S. Wolf et al., *Astrophys. J.*, **566**, L97 (2002)
- [5] B. Zuckermann et al., *Astrophys. J.*, **562**, L87 (2001)

Anm. der Red.: Erst kürzlich veröffentlichte die ESO Bilder, die möglicherweise einen Planeten zeigen, der um einen jungen Braunen Zwerg kreist.<sup>+)</sup> Da jedoch bereits mehrfach vermeintliche Planeten entdeckt wurden, für die es nach weiteren Beobachtungen unspektakulärere Erklärungen gab, scheint auch gegenüber dieser Nachricht zunächst eine gesunde Skepsis angebracht.