

## ZUM NACHDENKEN

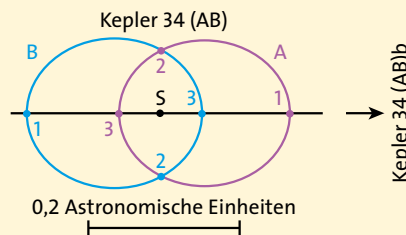
# Planet in Doppelsternsystem



Die neuen Ergebnisse der Überwachung von rund 190 000 Sternen durch das Weltraumteleskop Kepler erbrachte die Gewissheit, dass auch Doppelsterne ein Planetensystem haben können. Wegen der Erhaltung des Drehimpulses bei der gemeinsamen Entstehung aus der protostellaren Wolke umkreisen die Körper einander alle in einer Ebene. Dies hat Konsequenzen für die Beleuchtung auf dem Planeten.

**Aufgabe 1:** Das System Kepler 34 enthält zwei Sterne vom Spektraltyp G mit Massen von  $M_A = 1,0479 M_\odot$  und  $M_B = 1,0208 M_\odot$ . Die große Halbachse ihrer Bahn ist  $a_{AB} = 0,22882$  AE, und die Bahnexzentrizität ist  $e = 0,52087$ . Die beiden Sterne A und B umkreisen den gemeinsamen Schwerpunkt S (siehe Grafik) mit den Bahnhalbachsen  $a_A$  und  $a_B$  mit  $a_A + a_B = a_{AB}$ . Man bestimme ihre Periastrondistanzen  $q_A$  und  $q_B$  sowie ihre Apastrondistanzen  $Q_A$  und  $Q_B$ . Für sie gelten die Ellipsenbeziehungen  $q = a(1 - e)$  und  $Q = a(1 + e)$ .

**Aufgabe 2:** Der Exoplanet, der Kepler 34 (AB) umrundet, ist seinerseits auf einer elliptischen Bahn. Die große Halbachse ist  $a_b = 1,0896$  AE und die Exzentrizität



$e_b = 0,182$ . Man berechne seine Periheldistanz  $q_b$  und die Apheldistanz  $Q_b$ .

**Aufgabe 3:** Die Leuchtkraft der Sterne ist  $L_A = 1,49 L_\odot$  und  $L_B = 1,28 L_\odot$ . Man bestimme für die drei Sternanordnungen 1, 2 und 3 in der Grafik die jeweilige Solarkonstante  $S$  am Ort des Exoplaneten, jeweils im Perihel und im Aphel, und sowohl mit als auch ohne gegenseitiger Sternverfinsterung. Für einen einzelnen Stern gilt  $S = L/(4 \pi r^2)$ , wobei  $r$  den Abstand zwischen Stern und Planet bezeichnet.  $L_\odot = 3,846 \cdot 10^{26}$  W,  $1 \text{ AE} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$ . AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. Mai 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. 117

Dass sich sowohl die Sterne als auch ihre Planeten in der gleichen Umlaufebene befinden, dürfte auf ihre Entstehungsgeschichte zurückgehen. Kurz nach ihrer Bildung waren die beiden Sterne von einer gemeinsamen Scheibe aus Staub und Gas umgeben, aus der sich schließlich zumindest ein Planet bildete. Die Forscher schätzen, dass rund ein Prozent der engen Doppelsternsysteme in unserem Milchstraßensystem von einem oder mehreren Planeten umrundet werden.

## Gibt es weitere Begleiter?

Es ist durchaus möglich, dass sich bei noch genauerer Untersuchung der drei bekannten Doppelsternsysteme Hinweise auf weitere Begleiter ergeben. Allerdings dürften auch diese weniger lebensfreundlich als unsere Erde sein, da durch die gegenseitigen Bedeckungen der Zentralgestirne die auf die Planeten einfallende Sonneneinstrahlung stark schwankt. Wird beispielsweise der eine der beiden etwa gleich hellen Sterne von Kepler 34 durch den Partner vollständig verdeckt, so sinkt die Sonneneinstrahlung auf den Planeten auf rund die Hälfte, was eine Art solaren Winter auslöst. Allerdings könnte sich Leben an solche Zyklen angepasst haben.

Eine andere Variante von Exoplaneten in einem Doppel- oder Mehrfachsternsystem ist diejenige, bei der sich ihre Komponenten in deutlich größerem Abstand als im Fall von Kepler 34, 35 und 16 umkreisen (siehe zum Beispiel das Planetensystem von GJ 667c in SuW 4/2011, S. 18). Hier können sich jeweils Planeten relativ nahe bei manchen der stellaren Komponenten befinden, die nur eine der Sonnen umrunden. In diesem Fall waren die Sterne in der Entstehungsphase von je einer eigenen Scheibe aus Gas und Staub umgeben, in der sich daraufhin Planeten bildeten.

TILMANN ALTHAUS

40 Erdmassen) und benötigt für einen Umlauf 132 Tage (siehe Grafik auf S. 27). Er umrundet den Schwerpunkt des Doppelsternsystems auf einer annähernd kreisförmigen Bahn in einem mittleren Abstand von 0,6 Astronomischen Einheiten, also etwas näher als der mittlere Abstand des Planeten Venus zur Sonne. Mit einem Durchmesser von weniger als drei Vierteln des Jupiterdurchmessers (104 000 Kilometer) ist der Planet stark aufgebläht, was sich auch in seiner sehr geringen Dichte von nur 0,4 Gramm pro Kubikzentimeter widerspiegelt.

Das nur 196 Lichtjahre entfernte System Kepler 16 besitzt einen deutlich anderen Charakter. Es enthält einen Stern vom Spektraltyp K mit 69 Prozent der Sonnenmasse und einen Roten Zwerg mit nur 20 Prozent der Sonnenmasse. Sie umrun-

den ihren Schwerpunkt auf elliptischen Bahnen in 41 Tagen, während der saturngroße Planet Kepler 16b für einen Umlauf 229 Tage benötigt. Der Himmelskörper hat eine mittlere Dichte von 0,96 Gramm pro Kubikzentimeter und ist mit einem Drittel der Jupitermasse der massereichste Planet der drei Doppelsternsysteme.

Kepler 16b umkreist seine beiden Sonnen außerhalb der lebensfreundlichen Zone und ist an seiner Oberfläche für Leben zu kalt. Dagegen befinden sich die Exoplaneten Kepler 34b und 35b relativ nah an ihren Zentralgestirnen und sind somit für Leben, wie wir es kennen, zu heiß. Alle drei Planeten sind Gasriesen ohne feste Oberfläche. Sie bestehen zum größten Teil aus den Gasen Wasserstoff und Helium und ähneln damit in der chemischen Zusammensetzung ihren Muttersternen.

## Literaturhinweise

**Welsh, F. W. et al.:** Transiting circumbinary planets Kepler-34 b and Kepler-35 b. In: Nature 481, S. 475–479, 2012. DOI: 10.1038/nature10768

**Doyle, L. R. et al.:** Kepler-16: A transiting circumbinary planet. In: Science 333, S. 1602–1606, 2011. DOI: 10.1126/science.1210923