

Während des ersten langen Beobachtungszyklus von Mai bis Oktober 2007 stießen die Wissenschaftler Anfang 2007 auf den Stern COROT-Exo-3, denn die Auswertungssoftware hatte ihn als möglichen Kandidaten für ein Transitsystem herausgefiltert. Daraufhin wurde, wie in solchen Fällen üblich, dieses Objekt statt einmal pro 512 Sekunden alle 32 Sekunden vom CCD ausgelesen. Am Ende des Beobachtungszyklus stand dadurch die immense Zahl von rund 237 000 Helligkeitsmessungen zur Auswertung zur Verfügung. Die Entdeckung von COROT-Exo-3b und des vierten Transitplaneten durch COROT wurde im Mai 2008 bekanntgegeben. Nummer 5, der bislang letzte, folgte schon einen Monat später.

Der dritte Exoplanet umkreist innerhalb von etwas mehr als vier Tagen COROT-Exo-3, einen 13,3 mag hellen, rund 2200 Lichtjahre entfernten Stern vom Spektraltyp F3 im Sternbild Adler. Dieser besitzt die 1,37-fache Sonnenmasse und einen Radius von 1,56 Sonnenradien. Die detaillierte Auswertung der Daten von COROT-Exo-3b ergab einen Radius von 1,01 Jupiterradien und die erstaunlich hohe Masse von 21,66 Jupitermassen.

Bei den mit Hilfe der Radialgeschwindigkeitsmethode gemessenen Exoplaneten ist wegen der unsicheren oder gar unbekannten Neigung des Systems zur Sichtlinie die jeweils angegebene Masse lediglich eine untere Grenze, der wahre Wert ergibt sich erst nach Division durch den Sinus des Neigungswinkels. Bei den Transitplaneten hingegen herrscht diese Einschränkung nicht, bei ihnen wird die Masse direkt bestimmt. Die nebenstehende Grafik zeigt Massen und Radien aller bisher bekannten Transitplaneten. Das Objekt COROT-Exo-3b liegt weit rechts in diesem Diagramm – es ist dasjenige unter den Transitplaneten mit der bislang höchsten gemessenen Masse. Bemerkenswert ist auch seine Größe: Im Rahmen der Fehlergrenzen besitzt es den gleichen Durchmesser wie Jupiter.

Hier sind die bekannten Transitplaneten gemäß ihrer Massen und Radien aufgetragen. Die graue Box gibt den bis Ende 2006 erschlossenen Parameterbereich bezüglich Masse und Radius an, der sich mittlerweile hauptsächlich zu größeren Massen hin erweitert hat. Unter den Transitplaneten (graue Punkte) ist COROT-Exo-3b (roter Punkt) der Rekordhalter bezüglich Masse und Dichte.

ZUM NACHDENKEN

COROT-Exo-3b

Der von seiner Masse her außergewöhnliche Transitplanet COROT-Exo-3b liegt im Masse-Radius-Diagramm (siehe unten) an einer Stelle, die bislang verwaist war: zwischen den herkömmlichen Transitplaneten und den masseärmsten Braunen Zwergen. Deshalb ist zurzeit auch nicht klar, ob er als Planet gelten kann, und möglicherweise einer sehr massereichen neuen Population angehört, den »Superplaneten«, oder ob er das massearme Ende der Braunen Zwerge bevölkert. Wie auch immer, es ist ein Körper mit bemerkenswerten Eigenschaften.

Aufgabe 1: Man berechne die mittlere Dichte ρ_{E3} von COROT-Exo-3b und vergleiche mit derjenigen **a)** von Jupiter, ρ_{J1} , **b)** des Braunen Zwergs OGLE-TR-122b, ρ_{TR122} , und **c)** derjenigen der Sonne, $\rho_{\odot}$. Ihre Radien und Durchmesser sind in der Tabelle aufgelistet. Jupiters Masse ist: $M_{J1} = 1,899 \cdot 10^{27}$ kg, sein Radius beträgt: $R_{J1} = 71492$ km.

Aufgabe 2: Körper mit hoher Dichte weisen auch eine hohe Oberflächenbeschleunigung g auf:

$$g = G M / R^2.$$

Man ermittle sie für alle vier betrachteten Körper.

Massen und Radien

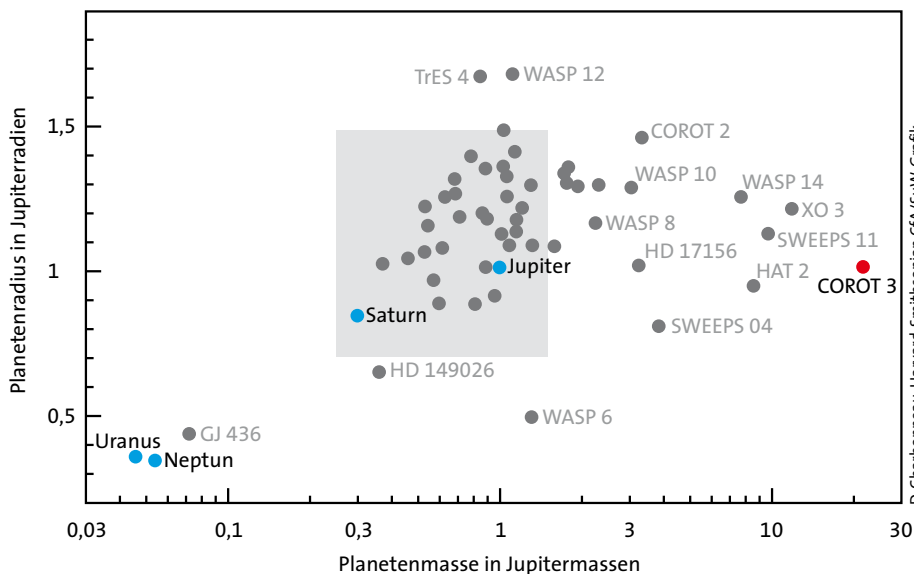
Körper	$M [M_{J1}]$	$R [R_{J1}]$
COROT-Exo-3b	21,66	1,01
OGLE-TR-122b	96	1,16
Sonne	1047,4	9,73

Aufgabe 3: COROT-Exo-3b umkreist seinen Stern auf einer sehr engen Umlaufbahn mit dem Radius $r_{E3} = 8,53$ Mio. km. Die Temperatur an der Planetenoberfläche muss deshalb sehr hoch sein, ungeachtet einer möglichen Atmosphäre und des damit verbundenen Treibhauseffekts. Das Strahlungsgesetz liefert folgenden Zusammenhang zwischen der Temperatur T_* = 6740 K des Sterns und der Temperatur T_{E3} des gebunden oder langsam rotierenden Planeten:

$$\epsilon_{E3} r_{E3}^2 T_{E3}^4 = (1 - A_{E3}) T_*^4 R_{E3}^2$$

Welche Temperatur stellt sich ein, wenn die Emissivität $\epsilon_{E3} = 1$ und die Albedo $A_{E3} = 0,5$ ist? AXEL M. QUETZ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. Januar** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: (+49) 62 21-52 82 46. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost: siehe Seite 117.



D. Charbonneau, Harvard-Smithsonian CfA/SuW-Grafik