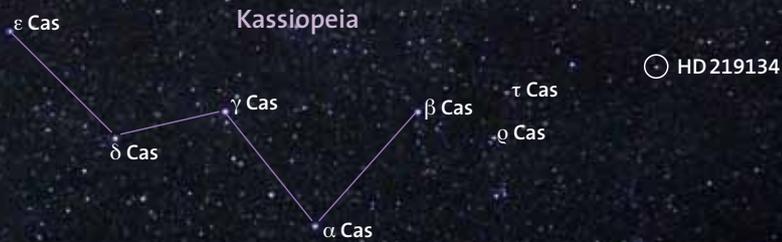


Unweit des bekannten »Himmels-W« im Sternbild Kassiopeia steht in 21,4 Lichtjahren Entfernung der Stern HD 219134. Er hat, ganz ähnlich wie unsere Sonne, einen zwölfjährigen Aktivitätszyklus.



Harald Lutz

W I S wissenschaft in die schulen!

Ein 12-Jahres-Zyklus der Sternaktivität

Wie die Sonne zeigt auch der Stern HD 219134 einen langjährigen Aktivitätszyklus. Das hat Konsequenzen für einige seiner bekannten Planeten – und einer von ihnen existiert möglicherweise gar nicht.

Die Aktivität der Sonne schwankt in einem elfjährigen Zyklus: In den Maxima zeigen sich mehr und größere Sonnenflecken, mehr Röntgenstrahlungsausbrüche und mehr Protuberanzen. Für andere Sterne fehlen meist Beobachtungsdaten über ausreichend lange Zeiträume, doch es ist anzunehmen, dass Aktivitätszyklen auch bei ihnen vorkommen. Beim Stern HD 219134 vom Spektraltyp K3V, 21 Lichtjahre entfernt in Richtung des Sternbilds Kassiopeia gelegen, haben Forscher nun erstmals einen solchen Zyklus entdeckt. Mit rund zwölf Jahren liegt seine Periodendauer erstaunlich nah bei derjenigen unseres Heimatsterns.

HD 219134 ist einer der nächstgelegenen und damit hellsten K-Zwergsterne. Mit seiner Spektralklasse K3 ist er etwas kühler als die Sonne. Er wurde aus diesem Grund schon lange in Hinblick auf mögliche planetare Begleiter untersucht. Erfolgreiche Versuche, Planeten bei HD 219134 mit der

Radialgeschwindigkeitsmethode zu finden, unternahm Astronomen schon in den 1980er Jahren.

Erfolgreich verlief die Suche allerdings erst mit der Inbetriebnahme hochstabiler und präziser Spektrografen: Im Jahr 2015 veröffentlichten zwei Gruppen – die eine um Fatemeh Motalebi von der Sternwarte Genf, die andere um Steven S. Vogt vom Lick Observatory in Kalifornien – unabhän-

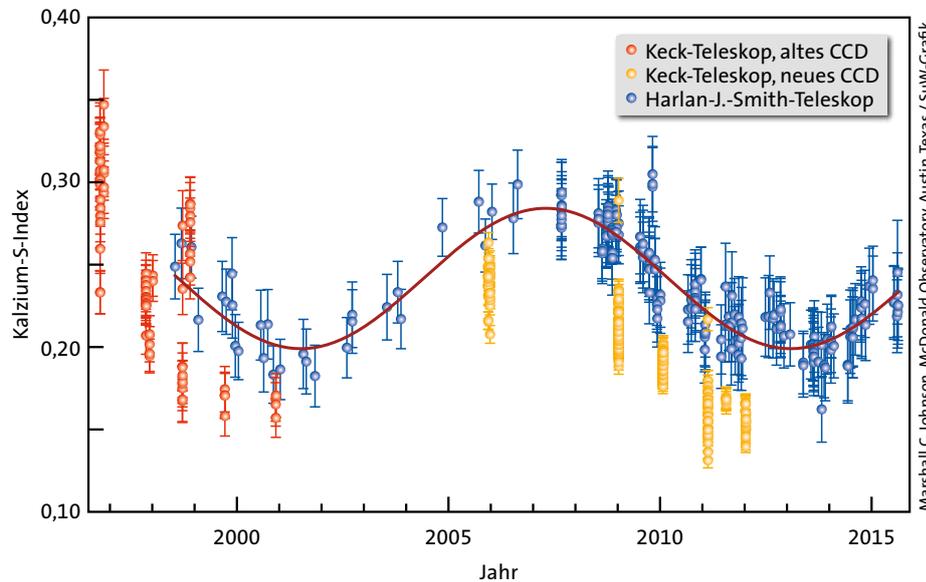
gig voneinander ihre Ergebnisse. Mit dem Spektrografen HARPS-N am Telescopio Nazionale Galileo auf La Palma und dem Spektrografen HIRES am Keck Observatory auf Hawaii fanden die Forschergruppen drei »Supererden«, denen die Bezeichnungen HD 219134 b, c und d zugeordnet wurden. Sie umkreisen den Stern in 3,1, 6,8 beziehungsweise 8,7 Tagen. Die Gruppe um Vogt fand noch zwei weitere Supererden,

Die Planeten von HD 219134

Planet	Umlaufzeit in Tagen	Masse in Erdmassen	Bemerkung
HD 219134 b	3,09	4,4	Transit
HD 219134 c	6,8	2,7	
HD 219134 f	22,8	9	Signal nur vorgetäuscht?
HD 219134 d	46,8	8,7	
HD 219134 g	94,2	11	
HD 219134 e	1842	71	vermutlich identisch mit h
HD 219134 h	2247	108	

Die Massen sind Untergrenzen.

Der Zwölf-Jahres-Zyklus der Aktivität von HD 219134 zeichnet sich deutlich in den kombinierten Messungen des Keck-Teleskops (rot und orange) und des Harlan-J.-Smith-Teleskops (blau) ab. Die Messgröße für die stellare Aktivität ist der so genannte Kalzium-S-Index, der aus der Stärke der Spektrallinien des ionisierten Kalziums bei den Wellenlängen 396,8 und 393,3 Nanometer abgeleitet wird. Man erkennt deutliche Diskrepanzen zwischen den unterschiedlichen Messreihen. Diese sind auf instrumentelle Effekte zurückzuführen.



Marshall C. Johnson, McDonald Observatory, Austin, Texas / SuW-Grafik

HD219134f und g, mit Umlaufperioden von 22,8 und 94,2 Tagen.

Uneinigkeit besteht über die Existenz eines etwa saturngroßen, äußeren Planeten: Motalebis Team fand hier einen Kandidaten mit 1842 Tagen (HD219134e), die Gruppe um Vogt einen mit 2247 Tagen Umlaufzeit (HD 219134h). Motalebis Beobachtungsdaten erstreckten sich aber nur auf etwa 1100 Tage – weniger als die abgeleitete Umlaufdauer ihres Planeten. Das lässt die Genauigkeit des Werts für HD219134e fragwürdig erscheinen, und man kann wohl davon ausgehen, dass HD219134e

dem von Vogts Team entdeckten Planeten h entspricht. Bestens etabliert ist hingegen die Existenz des innersten Planeten, HD219134b: Wie Beobachtungen mit dem Weltraumteleskop Spitzer zeigten, zieht er genau vor der Scheibe seines Sterns vorbei – und lässt sich daher mit einem unabhängigen Verfahren, der Transitmethode, nachweisen. Mit seiner Helligkeit von 5,6 mag ist HD219134 der hellste bekannte Stern mit Planetentransit.

Die von beiden Forschergruppen verwendete Radialgeschwindigkeitsmethode ist eine erfolgreiche, aber auch problema-

tische Methode zur Entdeckung von Exoplaneten: Sie nutzt die periodischen Rot- und Blauverschiebungen der Spektrallinien eines Sterns, Resultat einer ebenfalls periodischen Taumelbewegung. Die Ursache dieses Sterntaumels sind Planeten, die den Stern durch ihre Gravitation im Lauf eines Umlaufs beeinflussen. Die resultierende Verschiebung der Spektrallinien ist so klein, dass sie sich nur mit äußerst präzisen und zeitlich hochstabilen Spektrographen messen lässt.

Doch auch andere Effekte können ähnliche spektrale Verschiebungen auslösen,

DER GANZE KOSMOS. AUF IHREM BILDSCHIRM.



STERNE UND
WELTRAUM
DIGITAL

Das Digital-Abo von *Sterne und Weltraum* kostet € 60,- pro Jahr (ermäßigt € 48,-). Abonnenten können nicht nur die aktuelle Ausgabe direkt als PDF abrufen, sondern haben auch Zugriff auf das komplette E-Paper-Heftarchiv!

So einfach erreichen Sie uns:

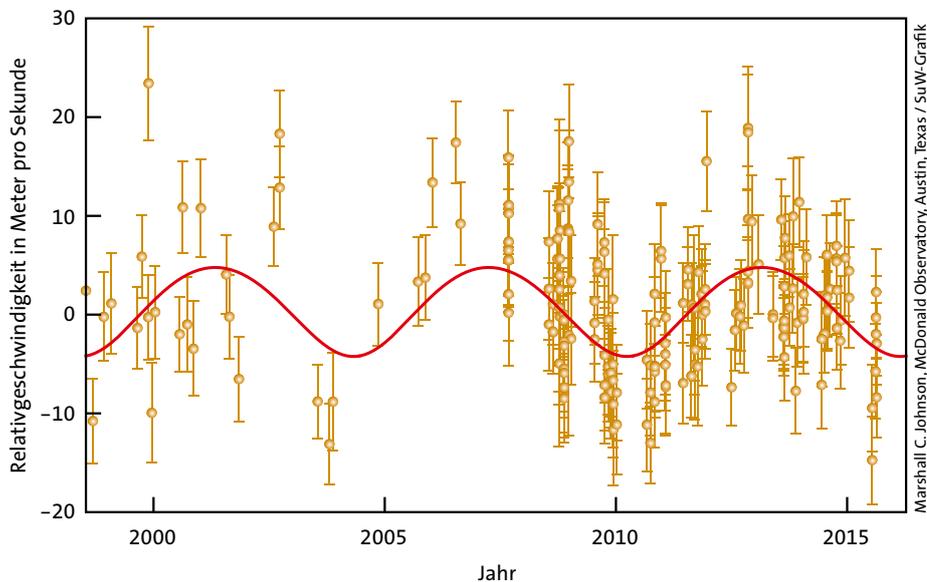
Telefon: 06221 9126-743

www.sterne-und-weltraum.de/digitalabo

E-Mail: service@spektrum.de

Oder QR-Code
per Smartphone
scannen und
Angebot sichern!





Über mehr als 15 Jahre hinweg mit dem Harlan-J.-Smith-Teleskop aufgenommene Radialgeschwindigkeitsmessungen von HD 219134 enthüllen die Bewegung des äußeren, von der Masse her Saturn ähnelnden Planeten HD 219134h (beziehungsweise in der Nomenklatur von Motalebi et al.) und seine rund sechsjährige Umlaufdauer.

allen voran eine variable Aktivität des Sterns selbst. So stellen sich ausschließlich per Radialgeschwindigkeitsmethode entdeckte Planeten leicht als falscher Alarm heraus: Kurzfristige Periodizitäten der Spektrallinien können etwa durch die (meist nicht genau bekannte) Rotation des Sterns, langfristige durch mehrjährige Aktivitätszyklen ähnlich dem Sonnenzyklus hervorgerufen werden – Parameter, die oft nicht oder nur mit großen Unsicherheiten bekannt sind.

Dank der langen Beobachtungsreihe liegen allerdings für HD 219134 Radialgeschwindigkeitsmessungen aus einem 27 Jahre langen Zeitraum vor. Aktivitätsmessungen anhand der im Sternspektrum sichtbaren Absorptionslinien H und K des einfach ionisierten Kalziums, Kalzium II, gibt es immerhin aus mittlerweile 19 Jahren. Diese gute Datenlage erlaubt einzigartige Studien zur langfristigen Veränderung des Sterns – eine Aufgabe, der sich ein Team um Marshall Johnson vom McDonald Observatory der University of Texas annahm. Ihre Ergebnisse veröffentlichten die Astronomen in der Zeitschrift »Astrophysical Journal« (siehe Grafik S. 22).

Dabei lag die große Schwierigkeit in der Zusammenführung verschiedener, von mehreren Astronomengenerationen mit unterschiedlichen Instrumenten gesammelter Daten zu einem konsistenten Gesamtbild. Die Forscher verwendeten mehrere hundert mit dem Keck-Teleskop auf Hawaii sowie mit dem Harlan J. Smith-Teleskop in Texas gewonnene Spektren. Zusätzlich werteten sie Messungen der stellaren Aktivität aus. Mit Erfolg: Aus den Radialgeschwindigkeitsmessungen konnten Johnson und seine Kollegen nicht nur den

sicheren innersten Planeten HD 219134b und, mit geringerer statistischer Signifikanz, die Signale der Planeten mit 22,8 und 46,7 Tagen Umlaufdauer nachweisen. Sie fanden auch den äußeren, wegen seiner Masse auch »Saturn-Planet« betitelten Exoplaneten HD 219134h. Die ist ein bemerkenswertes Ergebnis, schließlich wurden die verwendeten Daten mit Instrumenten gewonnen, die denen der Entdeckergruppen um Motalebi und Vogt im Hinblick auf die Präzision deutlich unterlegen waren.

Aktivitätszyklus: zwölf Jahre

Eine neue Erkenntnis aber lieferten die langfristigen Messdaten der stellaren Aktivität: HD 219134 zeigt offenbar einen Aktivitätszyklus von 4300 Tagen. Das entspricht etwa zwölf Jahren und ist vergleichbar mit dem Aktivitätszyklus der Sonne. Die Periodendauer übertrifft jedenfalls deutlich das 2200-Tage-Signal des saturngroßen Planeten HD 219134h (siehe Grafik oben). Man könne also davon ausgehen, dass der Planet HD 219134h real sei, meinen Johnson und seine Kollegen. Das gelte auch für die übrigen Planeten – mit Ausnahme von HD 219134f. Dessen Periodendauer von 22,8 Tagen fällt mit einer aus den Aktivitätsmessungen abgeleiteten möglichen Rotationsdauer des Sterns zusammen. Somit ließe sich das vermeintliche Planetensignal auch durch ein großes, beständiges Aktivitätsgebiet erklären, das während der Beobachtung mehrfach in den Sichtbereich der Beobachter rotiert. Da der Stern, genau wie die Sonne, höchstwahrscheinlich eine differenzielle Rotation ausführt, ist die Analyse solcher Beobachtungen allerdings nicht

einfach. Ob die Existenz des Planeten »f« daher völlig auszuschließen ist, lässt sich auf Grund der Langzeitstudie nicht mit Bestimmtheit sagen.

Die Entdeckung immer neuer Systeme mit mehreren Planeten erzwingt die Frage, wie gewöhnlich unser eigenes Sonnensystem ist. Ist sein Aufbau – kleine Planeten innen, große Planeten außen – typisch, oder ein Einzelfall? Um äußere Planeten mit entsprechend langen Umlaufzeiten aufzuspüren, muss die langfristige Aktivität der zugehörigen Sterne unbedingt mit berücksichtigt werden. Bei kurzperiodischen Planeten mit Umlaufzeiten von wenigen Tagen kann man sie vernachlässigen, bei Planeten mit Umlaufzeiten von Jahren aber nicht. Die Entdeckung eines zwölfjährigen Zyklus bei HD 219134 zeigt, dass langfristige Aktivitätsschwankungen bei anderen Sternen als der Sonne – wenig überraschend – tatsächlich vorkommen.

JAN HATTENBACH ist Physiker und Amateurastronom. In seinem Blog »Himmelslichter«, zu finden unter www.scilogs.de/kosmologs, schreibt er über alles, was am Himmel passiert.

Literaturhinweise

Johnson, M. C. et al.: A 12-Year Activity Cycle for the Nearby Planet Host Star HD 219134. In: The Astrophysical Journal, 821:74, 2016

W I S Didaktische Materialien:
www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1051477