

Vorwort

Die Suche und die Erforschung planetarer Körper außerhalb unseres eigenen Sonnensystems – der „Exoplaneten“ – hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten zu einem eigenständigen und auch von der Öffentlichkeit mit großem Interesse verfolgten astronomischen Forschungsgebiet entwickelt. Als Motivation dürfte dabei nicht unwesentlich die Erwartung mitschwingen, irgendwann einmal einen Planeten zu finden, der in seinen Eigenschaften unsere Erde wie einem Zwilling ähnelt und auf dem man dann vielleicht sogar Anzeichen von „Leben“ zu entdecken hofft. Dieses Ziel konnte zwar noch nicht erreicht werden (und die Aufgabe ist wahrlich eine große Herausforderung). Aber die Kataloge der Planetenforscher verzeichnen mittlerweile fast 1000 sichere und über 3580 noch zu überprüfende Exoplaneten bzw. Exoplanetenkandidaten (Stand Okt. 2013), die uns schon jetzt eine unerwartete Vielfalt fremder Welten offenbaren, von denen Einige der Phantasie von Science fiction – Autoren entsprungen zu sein scheinen. Man sieht ihre Abbildungen oft auf Webseiten und manchmal sogar in der Tagespresse. Dabei ist nicht allen Betrachtern bewusst, dass es sich hierbei nicht um Fotos, die mit Riesenteleskopen gemacht wurden, sondern zumeist um künstlerische Umsetzungen der Beobachtungsergebnisse und theoretischen Untersuchungen der Astronomen handelt. So gesehen sind diese „Exoplaneten-Bilder“ sicherlich durchaus realistisch und damit ein wichtiges heuristisches Hilfsmittel – denn wir wollen ja gerne wissen und uns auch geistig ausmalen können, wie weit entfernte Planeten aussehen und wie es auf ihnen zugeht. Ein Ziel dieses Buches ist es dabei, die Beobachtungstechniken, aber auch die Grundlagen der theoretischen Modelle vorzustellen, die zusammen garantieren, dass die genannten Bilder und die Erkenntnisse, auf denen sie beruhen, nicht nur reine Phantasie sind...

Einige Beobachtungstechniken der modernen Exoplanetenforschung arbeiten ganz konkret an den gegenwärtigen Grenzen der technischen (und optischen) Möglichkeiten. Insbesondere die Entdeckung und Untersuchung extrasolarer Planeten durch direkte Abbildung in einem Teleskop sowie der spektroskopische Nachweis von Planeten mit einer der Erdmasse vergleichbaren Masse mittels der Radialgeschwindigkeitsmethode ist in diesem Zusammenhang zu nennen. In beiden Fällen ist die ingenieurtechnische Umset-

zung von Detektionsverfahren direkt an die spezifischen Anforderungen der Untersuchungsobjekte gekoppelt und es ist schon erstaunlich, was auf diesem Gebiet in den letzten Jahren geleistet wurde. Immerhin konnten bis heute (Okt. 2013) knapp 40 Exoplaneten direkt in einem Teleskop, d. h. als optisch aufgelöster „Punkt“, abgebildet werden. Das erscheint nicht viel im Vergleich zu den insgesamt knapp Tausend Exoplaneten, deren Existenz zweifelsfrei nachgewiesen ist. Wenn man aber versteht, was es bedeutet, einen nur im reflektierten Licht seines Muttersterns leuchtenden Planeten in dessen grellen Licht überhaupt sichtbar werden zu lassen – und das aus einer Entfernung von vielen Dutzenden bis zu einigen Hundert Lichtjahren –, dann kann man diese Leistung nicht hoch genug einschätzen.

Das Gros der Exoplaneten ist jedoch auf indirekten Weg durch Ausnutzung diffiziler spektroskopischer und photometrischer Beobachtungsmethoden aufgefunden worden. Obwohl man keinen von ihnen direkt „sehen“ kann, haben die Wissenschaftler doch trickreich Methoden entwickelt, um trotzdem eine Vielzahl ihrer Eigenschaften bestimmen zu können. Auch darüber wird in diesem Buch im Einzelnen zu berichten sein.

Eine besonders große Bedeutung für die Exoplanetenforschung haben nicht ohne Grund Weltraumteleskope. Sie erlauben äußerst präzise, von der Atmosphäre unbeeinflusste Messungen, wie sie von irdischen Observatorien sonst kaum möglich sind. Besonders die leider wegen technischer Probleme frühzeitig beendete Mission des speziell für die Exoplanetenforschung konzipierten Kepler-Weltraumteleskops ist an dieser Stelle zu erwähnen. Sie hat so viel Material gesammelt, dass deren Auswertung sicherlich noch einige Jahre benötigen wird. Dabei können sich sogar interessierte Amateurastronomen im Rahmen des *citizen science* – Projekts „Planet Hunter“ (<http://www.planethunters.org>) an diesen Arbeiten beteiligen und damit selbst zu einem „Planetenentdecker“ werden...

Apropos Amateurastronomen. Das photometrische Equipment, was manchen von ihnen mittlerweile in Form von Teleskopen und modernen CCD-Kameras sowie dazugehöriger Auswertungssoftware zur Verfügung steht, reicht aus (wie mittlerweile viele Beispiele zeigen), um auch in der Exoplanetenforschung auf dem Gebiet der Exoplaneten-Transits zumindest bezüglich der „*follow up*“ – Beobachtungen mitmischen zu können.

Ein weiteres großes Forschungsgebiet, welches mit Exoplanetensystemen im Allgemeinen und unserem Sonnensystem im Speziellen im Zusammenhang steht, ist die Planetenkosmogonie, d. h. die Suche nach einer Antwort auf die alte Frage, auf welche Art und Weise überhaupt Planeten im Kosmos entstehen. Auch auf diesem Gebiet konnten gerade in den letzten Jahrzehnten einige entscheidende Durchbrüche sowohl in beobachterischer als auch in theoretischer Hinsicht erzielt werden, die in der Theorie protoplanetarer

Scheiben um junge Sterne gipfeln. Wir können heute sicher sein, daß das „große Bild“ (d. h. das „Paradigma“ – Planeten entstehen im Zuge der Sternentstehung in deren protoplanetaren Scheiben) weitgehend stimmig ist. Aber viele Details der Planetenentstehung liegen nach wie vor im Dunkeln und bieten damit viele Ansätze für zukünftige spannende Forschungsarbeiten. Kap. 6 in diesem Buch handelt davon.

Ein großer Vorteil der heutigen Zeit liegt ohne Zweifel in der Verfügbarkeit des Internets, welches den Zugriff auf ein riesiges Angebot an Informationsmaterial in Form von Fachaufsätzen und Abstracts ermöglicht – und zwar ohne dass man seinen Arbeitsplatz verlassen und eine entsprechenden Institutsbibliothek aufsuchen muss. Stellvertretend seien hier nur *arxiv.org*, sowie das *NASA Astrophysics Data System* ADS genannt, über welche die meisten Literaturstellen, die in dieses Buch verwendet wurden, recherchiert und eingesehen werden konnten. Darüber hinaus waren bei der Erarbeitung des Manuskripts die „Exoplanet Encyclopedia“ von Jean Schneider (<http://exoplanet.eu>) sowie der „Exoplanet Data Explorer“ (<http://exoplanets.org>) von J. Wright und G. Marcy unverzichtbar.

Zum Abschluss möchte ich noch kurz meinen Dank an Herrn Martin Franze, Zittau und Günther Rausch, Hainewalde als Hörer meiner „Mittwochs-Akademie“ (wo ich die hier behandelten Themen probeweise vortragen und diskutieren durfte) sowie meinen Kollegen Michael Schäfer, Berlin, für seine wohlwollende Unterstützung während der Zeit des Schreibens an diesem Buch, ausdrücken.

Es ist klar, dass das Fachgebiet der Exoplaneten ein höchst dynamisches Forschungsfeld ist, in dem sich nicht nur Zahlen (was z. B. Entdeckungen oder Exoplaneten-Parameter betrifft), sondern sich auch die Interpretationen von Zahlen und Beobachtungen sehr schnell ändern können. So gesehen sind manche Zahlen und Interpretationen in diesem Buch lediglich Momentaufnahmen, was im Einzelnen zu beachten ist. Auf jeden Fall kann man aber gespannt sein, welche exotischen Welten noch der Entdeckung harren – und dieses Buch soll mithelfen, sie dann auch zu verstehen...

Zittau
Oktober 2013

Mathias Scholz

Planetologie extrasolarer Planeten

Scholz, M.

2014, XII, 673 S. 167 Abb. in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-642-41748-1