

# Beobachtung von Exoplaneten im Rahmen eines Jugend forscht Projektes

Daniel Kuna

Ich hatte mich im Herbst 2010 dazu entschlossen bei der diesjährigen Wettbewerbsrunde von Jugend forscht mitzumachen, hatte aber noch kein Thema. Da fiel mir ein Artikel über die Entdeckung des Exoplaneten Gliese 581g, im Sternbild Waage, in die Hände. Dies war die Initialzündung für meine Idee, ob es wohl möglich sei, einen Exoplaneten mit Amateurmitteln zu beobachten und nachzuweisen.

Zuerst verschaffte ich mir einen Überblick über die Methoden, die zur Anwendung kommen, um einen Exoplaneten nachzuweisen zu können. Bei meinen Recherchen fand ich drei Methoden für einen indirekten Nachweis (eine direkte Beobachtung ist aufgrund der Entfernung und Größe des Exoplaneten nicht möglich), die im professionellen Bereich häufig zur Anwendung kommen.

Zum einen gibt es das Dopplereffektverfahren, bei dem die Rot- bzw. Blauverschiebung des Sternenlichtes – ausgelöst durch einen Exoplaneten, der um den Stern kreist – gemessen wird.

Dann gibt es eine photometrische Methode, bei der man die Helligkeit des Sternes während des vorhergesagten Transits über mehrere Stunden hinweg photometrisch dokumentiert. Dabei kann der vorbeiziehende Exoplaneten für eine minimale Bedeckung des Sterns sorgen und so die Helligkeit geringfügig verringern.

Zuletzt gibt es noch den Gravitationslinseneffekt. Darunter versteht man die Verstärkung des Lichts eines Hintergrundobjekts durch Gravitationslinseneinwirkung eines Vordergrundsterns. Die Verstärkung nimmt zu und wieder ab, während sich der Stern vor dem Hintergrundobjekt vorbeibewegt. Dieser Helligkeitsverlauf kann durch einen vorhandenen Planeten des Vordergrundsterns eine charakteristische Spitze in der gemessenen Helligkeit erhalten.

Nach weiteren Recherchen wurde klar, dass – wenn überhaupt – nur die Photometriemethode mit vertretbaren Amateurmitteln realisierbar ist.

So setzte ich mich zunächst mit einem Mitglied der Sternfreunde Münster e.V., Gerd Neumann, in Verbindung und erläuterte ihm mein Vorhaben. Da in unserem Verein leider keinerlei technische Möglichkeiten für eine derartige Beobachtung vorhanden sind, gab er mir den Tipp, mich an die Fachgruppe Spektroskopie der VdS (Vereinigung der Sternfreunde), an die Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für veränderliche Sterne (BAV) und an die AAVSO (American Association of Variable Star Observers) zu wenden.

Nach einer Vielzahl von E-Mails, Weiterempfehlungen, und weiteren möglichen Ansprechpartnern erhielt ich eine E-Mail von Herrn Dr. Dieter Husar (Mitglied der BAV), der sich bereit erklärte, mich bei meinem Vorhaben zu unterstützen. Als Mitbegründer der Stiftung „Interaktive Astronomie und Astrophysik“ hat er Zugriff auf ein geeignetes, ambitioniertes Amateurteleskop. Hierbei handelt es sich um das kürzlich von der Stiftung ins Leben gerufene SATINO-Projekt (**S**mall **A**utomatic

Telescope für Internet Observations) in Südfrankreich, das aus zwei Remoteteleskopen besteht, die sich am OHP befinden (Observatoire de Haute Provence; ca. 60km nord-östlich von Aix-en-Provence entfernt).

SATINO-1, ein 20-cm Schmidt Cassegrain-Teleskop (reduced  $f = 0,95m$ ) wurde im April 2009 in einem renovierten Beobachtungsgebäude am OHP installiert. Das zweite Teleskop, SATINO-2, ein 30-cm Spiegelteleskop, ist seit Ende März 2010 auf einer stabilen Knicksäule montiert. Als Montierung kommt hierbei eine ASA DDM-85 zum Einsatz, eine Montierung mit „direct drive“, mit der eine ausgezeichnete Nachführgenauigkeit von besser als 0,2 Bogensekunden erzielt wird. Darüber hinaus sind die Teleskope und die dazugehörigen Rechner für die Programmierung und Steuerung der Teleskope via Internet über ein von Herrn Dr. Dieter Husar entwickeltes, recht einfaches System ansteuerbar.

Da dieses Projekt der Stiftung insbesondere für Schüler, Studenten und Amateurastronomen gedacht ist, stellte es eine optimale Basis für mein geplantes Projekt dar.

Um ein möglichst großes Verständnis für das von mir ausgewählte Projekt zu bekommen, legte ich sehr großen Wert auf eine eigenständige Erarbeitung der internetbasierten Steuerung der Remote-Teleskope und die Auswertung der bei den Beobachtungen anfallenden Daten.

Viele Abende, z.T. bis weit in die Nacht mit mehrstündigen Telefonkonferenzen waren notwendig, um sich mit Hilfe von Herrn Dr. Dieter Husar in die Steuerung des Teleskopes, die geplanten Beobachtungsplanung und die Auswertungssoftware einzuarbeiten.

Die ersten Testauswertungen mittels des Freeware-Programms Muni-Win beruhten auf schon vorhandenen Daten. Hierfür verwendete ich eine Beobachtungsreihe des Exoplaneten HAT-P 19-b (Sternbild Andromeda), die am 23.10.2010 durchgeführt wurde. Trotz kleiner Anfangsschwierigkeiten gelang es mir eine zufriedenstellende Lichtkurve zu der Beobachtung zu erstellen. Nach weiteren ähnlichen Auswertungen heiß es dann eine erste, eigene Beobachtung zu planen. Hierfür musst es in Südfrankreich (am Teleskopstandort) wolkenloses, trockenes Wetter geben. Auch sollte ein geeigneter Exoplanet, der hoch genug am Nordhimmel steht ( $> 30^\circ$  Grad), aus der tschechischen Datenbank TRESKA, der Variable Star and Exoplanet Section of Czech Astronomical Society, zur Beobachtung ausgewählt werden. Ebenso müssen möglichst gleich helle Sterne in der Umgebung des Muttersterns des Exoplaneten sein, damit man deren Helligkeit mit der des „Zielsterns“ bei der späteren Auswertung abgleichen kann.

Und zu guter Letzt musste auch Herr Dr. Dieter Husar Zeit haben, um alles im Hintergrund überwachen zu können, damit es nicht zu einer falschen Handhabung des Teleskopes kam.

Aufgrund all dieser Vorbedingungen ergaben sich nur wenige mögliche Beobachtungstermine, was nicht zuletzt auch am relativ schlechten Wetter im Herbst 2010 in Südfrankreich lag.

Parallel zur Beobachtungsplanung mussten die Vorbereitungen für meinen Stand auf dem Regionalwettbewerb, der am 25. Februar 2011 in Münster in der Stadthalle Hilstrup stattfinden sollte, vorangetrieben werden. Viele Stunden flossen in die Erarbeitung des Gesamtlayouts und ansprechender Plakate für die Standpräsentation. Für die Konzeption eines interessanten Demo-Experimentes blieb schließlich nicht mehr viel Zeit, da auch die Erstellung der eigentlichen schriftlichen Arbeit viel Zeit in Anspruch nahm. So entschied ich mich für den Regionalwettbewerb den Dopplereffekt bei Schallwellen als Analogieexperiment zur Dopplereffektmethode zu zeigen.

Zwischenzeitlich hatte es noch technische Probleme mit dem Dach über den Teleskopen gegeben, sodass schon angesetzte Beobachtungstermine ausfallen mussten. Nach erfolgter Reparatur und Automatisierung wurde es dann doch am Abend des 16.01.2011 ernst.

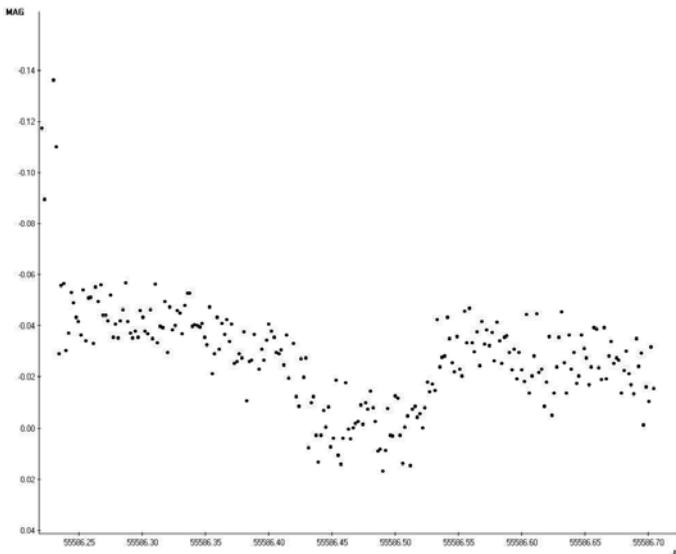
Um 19:30 Uhr begann ich via Internet das Teleskop auf den Exoplaneten WASP-12b, der im Sternbild Fuhrmann vorzufinden ist, auszurichten und den Ablauf für die Beobachtung festzulegen. Anschließend wurden automatisch alle 120 Sekunden Aufnahmen für die spätere Auswertung von dem umgebenen Ausschnitt des Sternenhimmels gemacht. Der Transit des Exoplaneten sollte um 0:13 MEZ (am 17.01.2011) beginnen und um 3:19 Uhr MEZ (ebenfalls 17.01.2011) enden. Bis 21:35 Uhr lief alles wie geplant, ca. 60 Aufnahmen wurden bis dahin gemacht, aber dann schob sich eine Wolke vor den entsprechenden Bereich des Sternenhimmels und die Beobachtung musste leider abgebrochen werden.

Da der 17. Januar aber gleichzeitig der Stichtag für die Abgabe der schriftlichen Fassung meiner Jugend-forscht-Arbeit im Online-Forum war, konnte ich bis dahin nur von diesem einen – leider gescheiterten – Versuch berichten. Aber so schnell gab ich nicht auf – es war ja noch mehr als Zeit genug bis zum entscheidenden Tag des Regionalwettbewerbes, den 25. Februar 2011.....

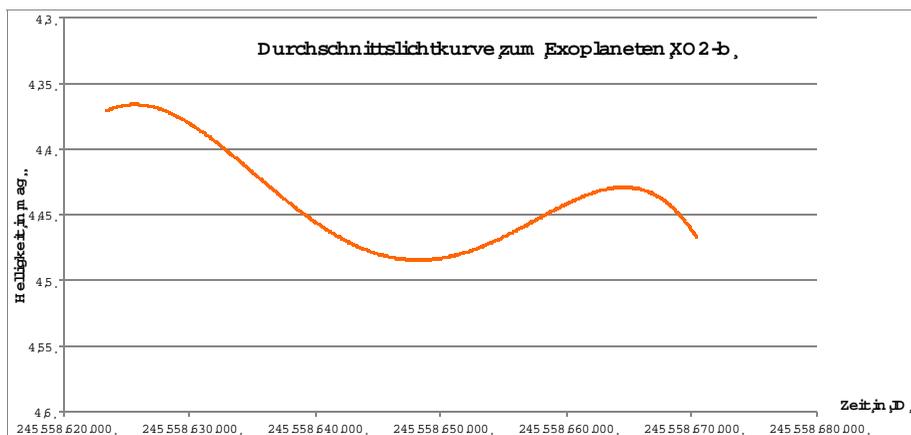
Der nächste Versuch fand dann gleich am 24.01.2011 statt. Es herrschte gutes Wetter in Südfrankreich, das SATINO-Teleskop war nicht anderweitig reserviert und es gab einen Kandidaten, der laut TRESKA gut beobachtbar sein würde. Hierbei handelte es sich um den Exoplaneten XO-2b, der alle 2,6 Tage seinen Mutterstern (gelber Zwergstern) umrundet und so vergleichsweise oft für einen beobachtbaren Transit sorgt. Zu finden ist er im Sternbild Luchs, also in ausreichender Höhe am nördlichen Sternenhimmel, um das Teleskop sauber nachführen zu können. Entdeckt wurde dieser Exoplanet 2007 von Christopher Burke, ebenfalls mittels der Photometriemethode (!). Aufgrund seiner extrem hohen Masse (180 Erdmassen) wird davon ausgegangen, dass es sich hier um einen Gasplaneten, ähnlich Jupiter, handelt. Trotz dieser kurzen Zeit der Bekanntheit ist XO2-b bis dato einer der am meisten von Amateuren beobachteten Exoplaneten. Damit sollte er optimal geeignet sein für eine erste eigenständige Beobachtung.

Am Beobachtungstag wurde spät nachmittags das Teleskop programmiert, so dass es während des angekündigten Transits dem Zielstern optimal nachgeführt werden konnte. Alle 2,5 min ließ ich von der CCD-Kamera des Teleskopes eine Aufnahme machen, was nachher zu insgesamt 245 Aufnahmen führte.

Am nächsten Tag folgte dann die Auswertung dieser Beobachtung und diese ergab eine sehr schöne Lichtkurve:



Die Datenpunkte der Auswertung zeigen die Differenzhelligkeit zwischen dem Variable Star (Zielstern – mit dem Exoplaneten XO2-b) und einem möglichst gleich hellen, benachbarten Comparison Star (Vergleichssterne). Um das Gesamtergebnis zu verbessern wird dann ein Vergleich mit weiteren Comparison Stars oder auch Check Stars durchgeführt, und anschließend daraus eine Durchschnittslichtkurve errechnet:



Die Zeit vor und nach dem Transit ließ ich außen vor und beschränkte mich lediglich auf die Transitphase, die auch hier gut zu erkennen ist.

Nach der Auswertung dieser Beobachtung wurde das Ergebnis noch für die Präsentation am Wettbewerbsstand in einem entsprechenden Plakat eingebaut.

Als endlich der Tag des Regionalwettbewerbes gekommen war (25.02.2011), war ich doch ein bisschen aufgeregter als ich zunächst vermutet hätte. Zwischen 7-8 Uhr musste der Stand aufgebaut werden. Anschließend gab es eine Eröffnungsrede des Vorsitzenden der IHK, Wieland Pieper, und im Anschluss daran begann für die Jury die Arbeit. 117 Arbeiten (eingereicht in 7 verschiedenen Fachbereichen) mussten besichtigt, hinterfragt und bewertet werden.

Nach einer gefühlten Ewigkeit erhielt auch ich Besuch einer dreiköpfigen Jury, die aus Dr. Heinz Albert Ott von der Universität Münster, Bernd Tenbergen vom LWL Museum für Naturkunde und Kathrin Meier-Westhoff vom Rats-Gymnasium Rheda-Wiedenbrück bestand. Gut 20 Minuten bekam ich, um mein Projekt zu präsentieren und offen gebliebene Fragen zu beantworten.

Gegen 15 Uhr war es dann so weit – die Feierstunde des Regionalwettbewerbes stand bevor einschließlich der Bekanntgabe der Regionalsieger. Der Regionalsieg in der Kategorie Geo- und Raumwissenschaften berechnete mich zur Teilnahme am Landeswettbewerb (11-14. April 2011) in Leverkusen. Was für eine Belohnung für all die Monate harter Arbeit!

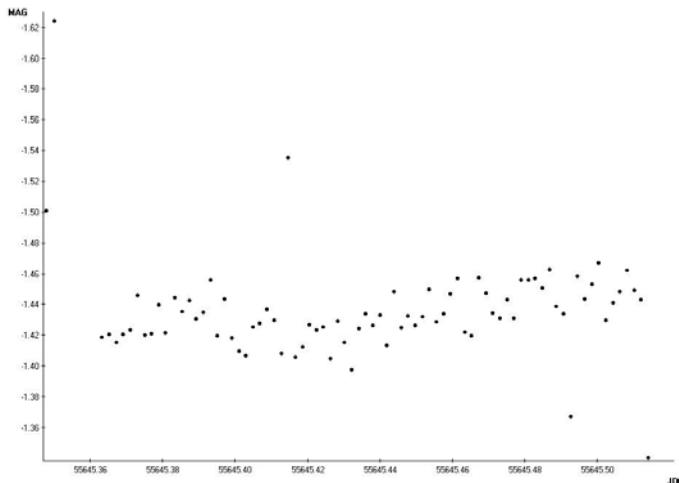
Das „Abenteuer“ mit den Exoplaneten sollte also weitergehen....

Die nächsten Wochen verbrachte ich mit weiteren Beobachtungen, dem Verbessern meiner schriftlichen Arbeit und mit dem Erstellen eines neuen Layouts für den Stand beim Landeswettbewerb in Leverkusen. Gute und interessante Ergebnisse konnten noch von den Exoplaneten XO-1b und HAT-P-3b in den Sternbildern „Nördliche Krone“ und „Großer Wagen“ bzw. „Großer Bär“ erzielt werden.

Auch das Analogieexperiment wurde weiter verbessert. Wurde auf dem Regionalwettbewerb der Dopplereffekt bei Schallwellen gezeigt, so wurde auf Landesebene der Dopplereffekt bei Mikrowellen demonstriert, der den tatsächlichen Gegebenheiten bei Lichtwellen schon erheblich näher kommt, in seiner Ausführung allerdings noch kompliziert ist.

Am 12. April war dann der Tag der Wahrheit. Eine hochkarätig besetzte Jury, bestehend aus Prof. Dr. Bernd Dachwald vom DLR, Hermann-Michael Hahn als freier Wissenschaftsjournalist, Udo Fritz, der zur Zeit als Hydrogeologe und Leiter der Wasserwirtschaft bei der Bayer AG tätig ist, Hans Barth als Lehrer des Städtischen Gymnasium Beverungen und Ortun Rol, die z.Zt. beim deutschen Wetterdienst arbeitet, waren für den Fachbereich Geo- und Raumwissenschaften zuständig. Dabei wurde es mir dann ein wenig anders ums junge Forscherherz! Die Fragen nach meinem Kurzvortrag gingen auch sehr in die Tiefe (auch im Vergleich zum Regionalwettbewerb), bis hin zu Details zu den benutzten Programmen, die sich ein Jurymitglied sogar zur Vorbereitung aus dem Internet heruntergeladen hatte.

Ergebnisse zum Exoplaneten HAT-P-3b:



Die Siegerehrung endete dann mit einem Sonderpreis für meine Arbeit – wieder im Grunde ein toller Erfolg, der mich ermutigt, nächstes Jahr wieder bei Jugend forscht mitzumachen.

