

Observatoriumspraktikum WS 2006/07

Protokoll

02

Beobachtung von cc And an der Nordkuppel

*von Christoph Saulder
Praktikumspartner: Egon Tschurtschenthaler*

0400944

Ablauf der Beobachtungsnacht

Als erstes schalteten wir die Computer und die Elektronik ein. Daraufhin folgte eine Messung der Umweltbedingung, besonders der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Daraus wurde dann der Taupunkt berechnet. Das Wetter erlaubte an diesem Abend die Benützung des Teleskops und wir begaben uns dorthin. Es folgte das Öffnen der Kuppel, das Abdecken des Teleskops und die Kalibration desselben. Danach richteten wir das Teleskop auf den Stern aus und stellten uns das Bildfeld so ein, dass wir die meisten der zu untersuchenden anderen Sterne auch abgebildet hatten. Anschließend wurden von uns Bias und Dunkelstrom-Bilder aufgenommen, bevor wir nun endlich mit der eigentlichen Messung beginnen konnten. Wir stellten durch ein wenig ausprobieren fest, dass die optimale Belichtungszeit bei 50 Sekunden lag, da bei dieser Zeit ein Maximum an Photonen von cc And aufgezeichnet wird, ohne dass der Chip dabei den linearen Bereich verlässt. Wir machten insgesamt 7 Sequenzen à 10 Bilder, wobei wir nach jeder Sequenz die Position des Sterns am Bild überprüften. Zweimal mussten wir auf Grund der nicht 100% exakten Nachführung eine kleine Positionskorrektur durchführen. Nach der Messung des Sterns wählten wir eine Galaxie für unsere „Pretty Picture“. Zuerst machten wir Aufnahmen von M77, doch da diese nicht so gut gelangen wie erhofft bildeten wir auch M81 ab. Von beiden Galaxien wurden 3 Farben Aufnahmen gemacht und zwar in Johnson V, B und R. Danach schlossen wir die Kuppel, machten noch die Flat-Aufnahmen und führten den Teleskop Shut-Down durch. Das Wetter war die ganze Nacht über hervorragend, auch wenn es leicht abkühlte und die Luftfeuchtigkeit etwas zunahm. Es wurde nur einmal ein einzige Wolke am Himmel gesichtet und selbst diese war nicht in der Nähe unseres Beobachtungsbereiches.

Kalibration der Aufnahmen

Mit Hilfe der Bias, Dunkelstrom und Flat-Aufnahmen wurden die aufgenommen Bilder kalibriert. Dies führte zu einer wesentlichen Verbesserung der Qualität der Bilder, insbesondere beim Korrigieren der Hotpixels, auch wenn noch ein gewisses Restrauschen überbleibt.

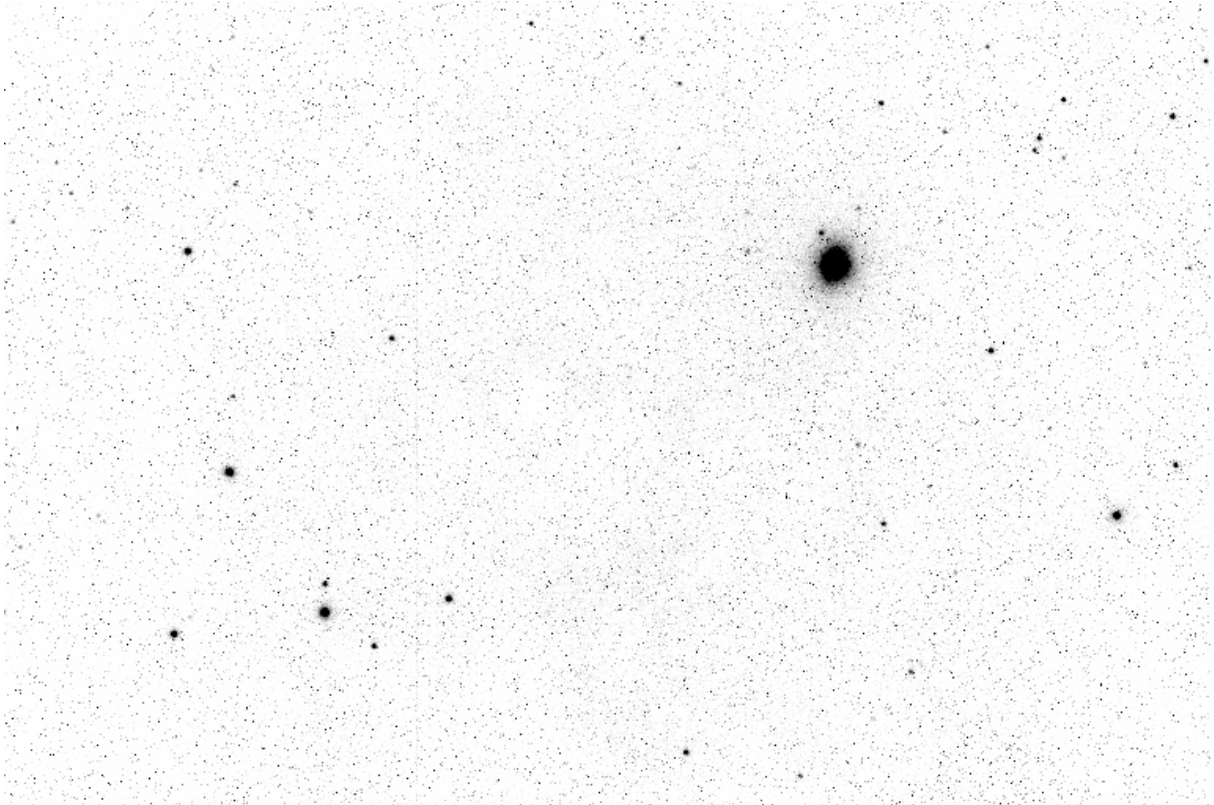


Abb.: Originalaufnahme ohne irgendwelche Korrekturen

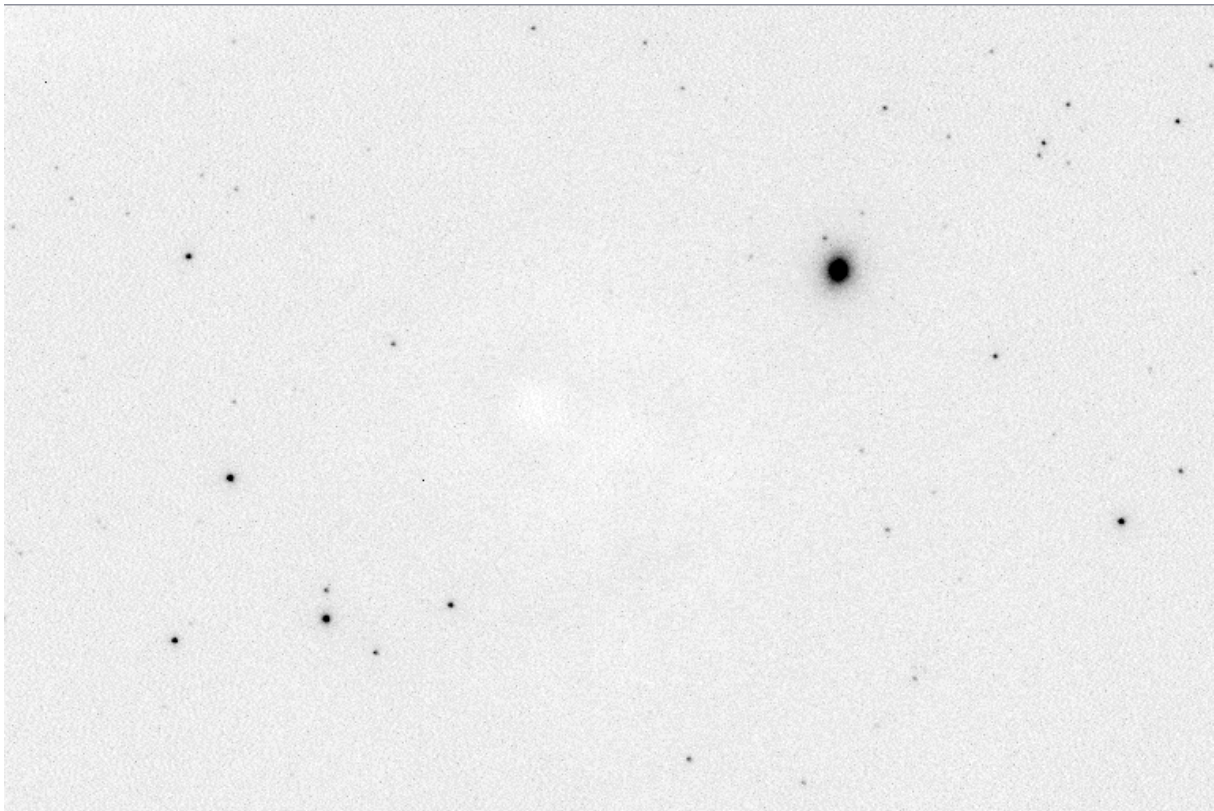


Abb.: korrigierte Aufnahme

Positionsbestimmung

Für die Positionsbestimmung der Sterne habe ich zuerst einmal die Annahme gemacht, dass der von uns beobachtete Himmelsausschnitt eine vernachlässigbare Krümmung hat auf Grund der geringen Größe relativ zur gesamten Himmelskugel. Somit stellt unsere Aufnahme eine bijektive Abbildung von einem \mathbb{R}^2 in einen anderen \mathbb{R}^2 dar. Hierzu kann ich folgende Matrixgleichung aufstellen:

$$\begin{pmatrix} R \\ D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E & F \\ G & H \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

wobei R und D, die relativen Rektazensions- und Deklinationswerte eines Sterns zu einem Vergleichstern und x und y die relativen Pixelkoordinaten desselben Sterns zum gleichen Vergleichstern. Die Koeffizienten der Matrix sind durch die bekannten Vergleichsterne zu bestimmen. Dafür sind jeweils 3 Sterne nötig, ein Vergleichstern für den Koordinatennullpunkt und 2 weitere Sterne um 4 Gleichungen aufzustellen. Es ergibt daraus ein Gleichungssystem, welches wie folgt aussieht:

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x_2 & y_1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} E \\ F \\ G \\ H \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 \\ D_1 \\ R_2 \\ D_2 \end{pmatrix}$$

Dieses Gleichungssystem ist eindeutig lösbar und dazu habe ich die Cramer'sche Methode verwendet. Ich löste dieses Gleichungssystem für einen immer gleichen Vergleichstern (und zwar Stern 34) und alle möglichen Permutationen von weiteren 2 Sternen. Ich erhielt praktisch immer fast gleiche Werte für die Koeffizienten der Projektionsmatrix, außer wenn der Stern 25 verwendet wurde. Da dieser als einziger der Sterne mit bekannter Position relativ nahe an Stern 34 liegt, stellte ich die Vermutung auf, dass auf der Grund der kurzen Distanz (Vektoren) zu ungenauen Werten für die Positionsbestimmung liefert. Daher bildet ich aus allen Ergebnissen, außer diejenigen in welche Stern 25 verfiel den Mittelwert und erhielt somit meine Projektionsmatrix über welche ich die gemessenen Pixelkoordinaten der zu bestimmenden Sterne auf deren Rektazensions- und Deklinationswerte zurückrechnen konnte.

Die Messwerte, Zwischen- und Endergebnisse sind in Tabelle 1 nachzulesen.

Grenzhelligkeit

Für die Bestimmung der Grenzhelligkeit suchte ich am Bild den schwächsten Stern, welcher noch eindeutig als Stern identifiziert werden kann. Seine gemessene Helligkeit in MaximDL betrug ca. 9,7 mag. Wodurch sich mit der Ausgleichskurve eine Grenzhelligkeit von etwa $(15,5 \pm 0,4)$ mag ergibt. Mit Hilfe dieser Ausgleichsgeraden habe ich auch gleich die Helligkeit der zu untersuchenden Sterne bestimmt. Die Zahlen sind in der Tabelle 2 nachzulesen.

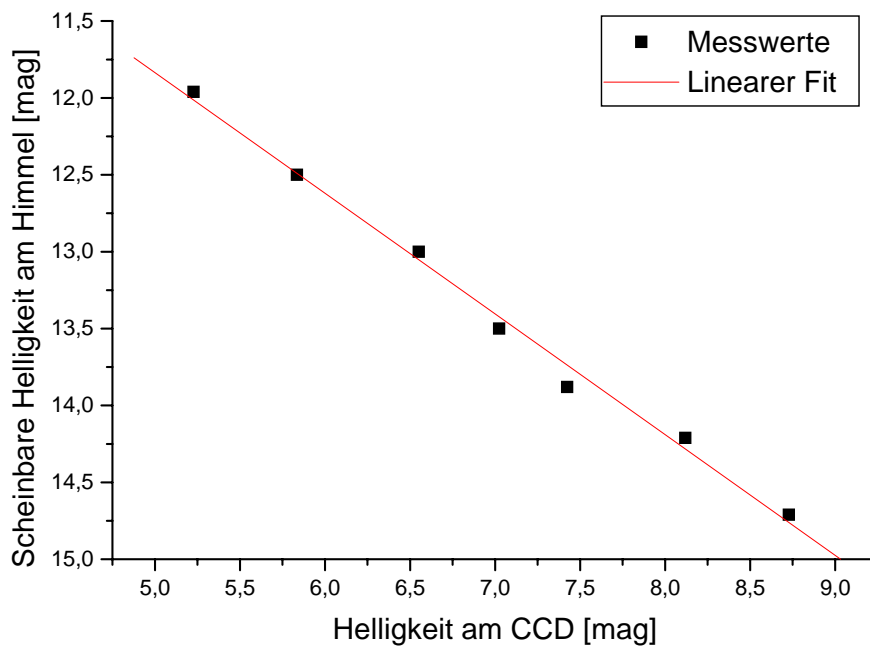


Abb.: Ausgleichsgerade zu Helligkeitsbestimmung

Auswertung der Lichtkurve

Mit Hilfe des MaximDL Tools Photometrie erstellte ich eine Lichtkurve für den veränderlichen Stern cc And, wobei ich als Vergleichsstern den Stern Nr. 34 verwendet habe. Diese Lichtkurve habe ich dann geplottet. Es ist deutlich eine Zunahme der Helligkeit von cc And zu sehen, jedoch ist unsere Beobachtung zu kurz um eine Sinuskurve zu erkennen. Um eine Abschätzung der Schwingungsparameter des Sterns zu erhalten, habe ich mit Hilfe eines Simplex eine allgemeine Sinuskurve, folgender Gestalt

$$m_{stern}(t) = A * \sin(\omega * t + \phi) + B ,$$

in Messwerte gefittet. Wobei m die Helligkeit des Sterns ist, A die Amplitude in mag, ω die Frequenz der Schwingung in $1/d$, ϕ die Phasenverschiebung in rad und B die Bias-Magnitude des Sterns, für welche ich 9,14mag als Fixwert laut Tabelle annahm. Ich erhielt eine Frequenz von $5,05 d^{-1}$, woraus eine Periode von etwa 1,25 Tagen folgt. Dabei schwankt die Helligkeit von cc And um $\pm 0,52mag$ um den angegebenen Mittelwert. Das letzte Helligkeitsminimum des Sterns lag somit bei JD 2454055,084, also ca. 5,25 Stunden vor Beginn unserer Beobachtungen. Die Genauigkeit der Werte ist jedoch eher gering einzuschätzen, da wenn man die Kurve so betrachtet und keine Ahnung hat, dass es sich um einen veränderlichen Stern handelt, man ebenso gut eine Gerade zur Approximation verwenden könnte.

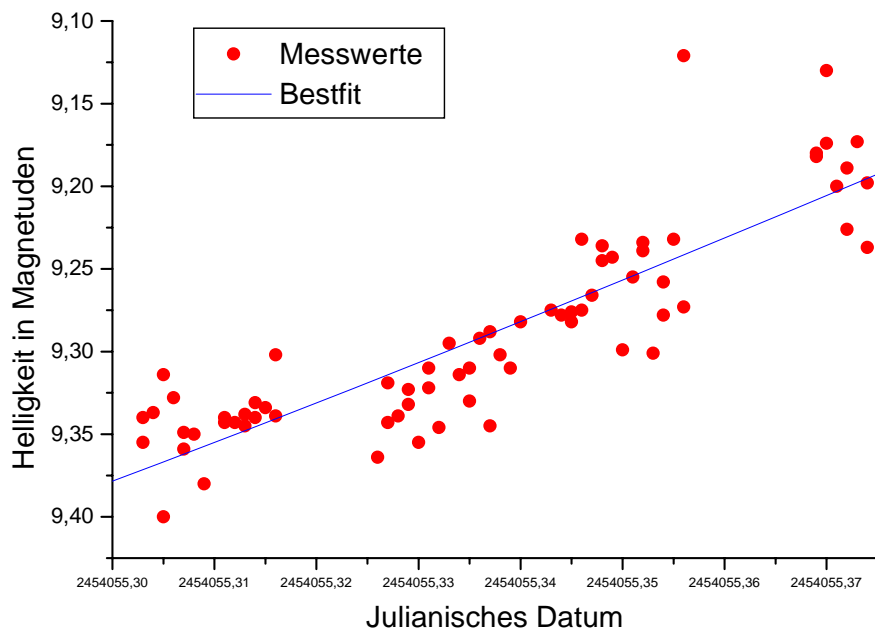


Abb.: gemessene Lichtkurve von cc And, mit Sinusfit.

Die Messwerte zur Lichtkurve sind in Tabelle 3 nachzulesen.

Pretty Pictures

Wir machten für 2 Galaxien Bilder in 3 verschiedenen Farben. Diese Bilder habe ich dann kalibriert und zusammengefügt um ein buntes Bild zu erhalten. Es war dabei eine ziemliche Herumspielerei bei der Farbmischung nötig um ein schönes Resultat zu erhalten. Bei M81 konnte man im R-Band sogar Teile der weitläufigen Randbereiche erkennen und somit einen Durchmesser von über $10''$. Leider ist nur einer der beiden großen Spiralarm der Galaxie auf unserem Bild abgebildet, der andere liegt außerhalb. M77 ist hingegen relativ klein, man erkennt nur ein strukturiertes Scheibchen von etwa 2 bis 3 Bogenminuten Durchmesser.

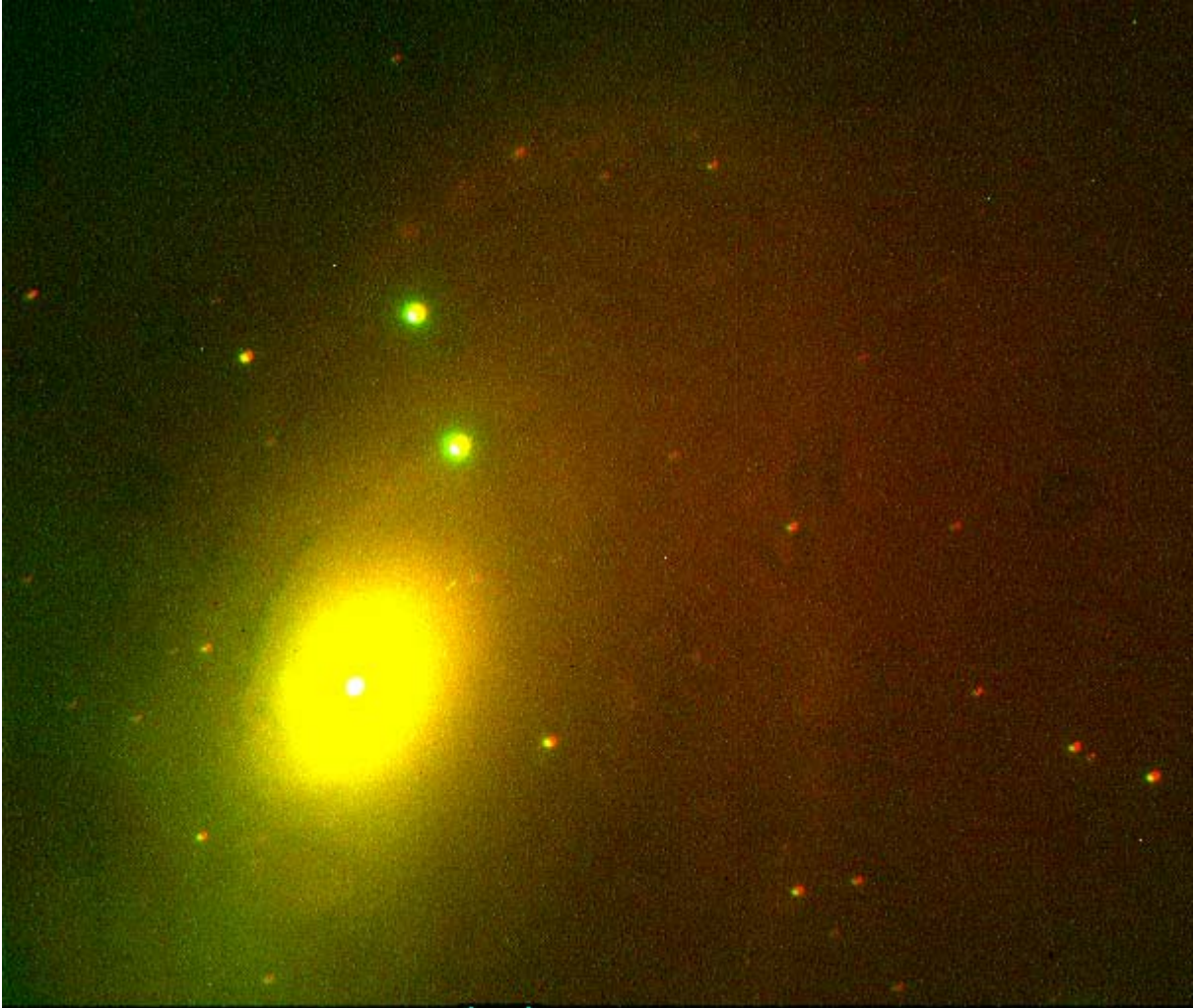


Abb.: die Galaxien M81 im R, V und B-Band

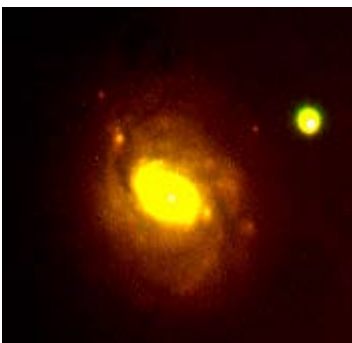


Abb.: die Galaxie M77 im R, V und B-Band