

Fotometrie - Spektroskopie - Astrofotografie

R. Baumann¹, A.-L. Boller¹, J. Delkov¹, A. Freidhof¹, S. Gier¹, G. Grutzeck², S. Moll¹, D. Küsters³, K. Märzhäuser⁴, J. Reichmann¹, P. Reuber¹, T. Roths¹, J. Schmidt¹

¹Astro-AG, Kopernikus-Gymnasium, D-57537 Wissen ²Universität, D-53115 Bonn ³Institut für Physik, Humboldt-Universität, D-12489 Berlin ⁴Harman Becker Automotive Systems, D-76307 Karlsbad

Eine astrophysikalische Exkursion führte zehn Schülerinnen und Schüler sowie drei ehemalige Mitglieder der Astro-AG des Kopernikus-Gymnasiums Wissen vom 11- bis 18. April 2015 zum Simplonpass in der Schweiz.

Fachliche Inhalte der Exkursion waren die Spektroskopie an Planetarischen Nebeln, langbrennweitige Fotografie von Galaxien, sowie fotometrische Untersuchungen an RR-Lyrae-Variablen im Kugelsternhaufen M3.

Galaxien am Frühlingshimmel

Am 16"-SC-Spiegel-Teleskop und am Takahashi-128-Refraktor der Sternwarte Simplon-Adler konnten einige Galaxien bei Belichtungszeiten von bis zu zwei Stunden aufgenommen werden.



Eine auffällige Dunkelwolke aus Staub gibt der "Galaxie mit dem schwarzen Auge" (M64) ihr charakteristisches Aussehen. Die Aufnahme der Galaxie im Sternbild "Haar der Berenike" erfolgte bei einer Brennweite von 2700mm und der Belichtungszeit 85min.



Die Spiralarme der "Sonnenblumengalaxie" (M63) im Sternbild "Jagdhunde" sind deutlich ausgeprägt. Dadurch erhält sie das Aussehen einer Blumenblüte. Ebenso wie M64 ist sie ca. 24 Mio. Lichtjahre von uns entfernt.



Von der Erde aus sehen wir senkrecht auf die Ebene der "Feuerradgalaxie" (M101) im Sternbild "Großer Bär". Die Spiralarme mit zahlreichen Sternentstehungsgebieten sind deshalb gut zu erkennen.

Visuelle Beobachtung am 20cm-Teleskop



Unsere Gruppe in der Sternwarte Simplon-Adler (oben) und in winterlicher Umgebung an der Simplon-Passhöhe (unten)



Das Hauptgerät der Sternwarte Simplon-Adler ist ein 40cm-Schmidt-Cassegrain-Teleskop. Dank der Unterstützung durch den Förderverein stand uns die Sternwarte für drei Beobachtungsnächte zur Verfügung.

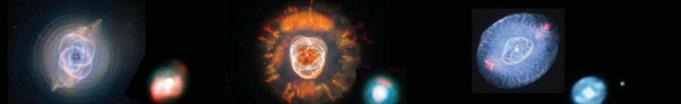


Unser DADOS-Spektrograph war mit einer ATIK-383L-CCD-Kamera zur Aufnahme der Spektren am 16-Zoll-Teleskop montiert. Die Nachführkontrolle feigte eine ALCCD-51L-Guidingcam am Leitrohr.

Spektroskopie an Planetarischen Nebeln

Planetarische Nebel entstehen, wenn Sterne am Ende ihrer Entwicklung die äußeren Gashüllen in Form von Sternwinden abstoßen. Wir haben die chemische Zusammensetzung solcher Sternwinde untersucht.

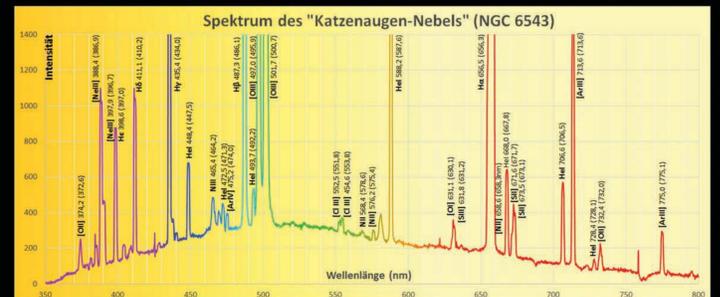
Folgende Objekte wurden spektroskopisch untersucht:



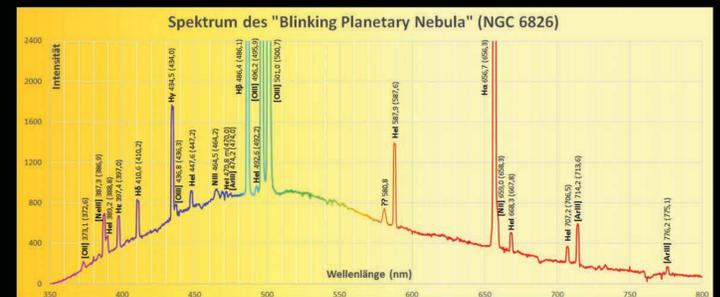
Katzenaugen-Nebel Eskimo-Nebel Blinking Planetary Nebula

Große Bilder: Fotos des Hubble-Weltraum-Teleskops, kleine Bilder: Fotos der Astro-AG Wissen

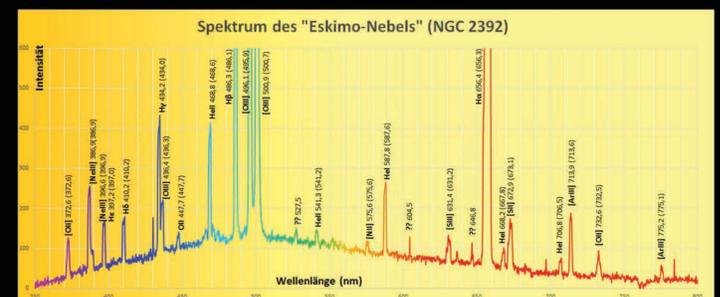
Die fotografischen Spektren wurden mit einer Neon-Spektrallampe und mit den bekannten Wasserstoff-Balmerlinien kalibriert. Zu den einzelnen Linien sind die entsprechenden Elemente in den Nebeln mit den gemessenen - in Klammern - den Literatur-Wellenlängen (jeweils in nm) angegeben:



Fotografisches Spektrum von NGC6543

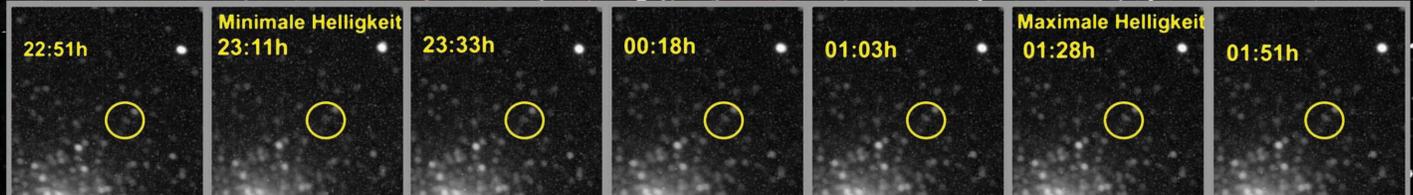


Den kontinuierlichen Spektren der Zentralsterne sind die Linienspektren der Gashüllen überlagert. Letztere sind von den intensiven Linien des neutralen Wasserstoffs (H) und des zweifach ionisierten Sauerstoffs (OII) dominiert. Dazu konnten Helium, Neon, Stickstoff, Schwefel, Argon und Chlor nachgewiesen werden, die alle durch Kernfusion im Zentralstern entstanden sind.



Anders als in NGC 6543 und NGC 6826 treten im Eskimo-Nebel (NGC 2392) neben den Linien des neutralen Heliums (HeI) auch Spektrallinien des ionisierten Heliums (HeII) auf. Daraus lässt sich auf eine sehr hohe Temperatur des Zentralsterns dieses Nebels schließen.

RR-Lyrae-Variable im Kugelsternhaufen M3



Aus dieser Serie von sieben Aufnahmen erkennt man schon mit bloßem Auge, dass der Stern in der Mitte des gelben Kreises seine Helligkeit ändert. Exakte fotometrische Untersuchungen mit der Software Astroart 4.0 lassen erkennen, dass der Helligkeitsanstieg ca. 157min dauert (s. Lichtkurve). Da die Helligkeit von RR-Lyrae-Sternen sehr viel schneller zu- als abnimmt, kann als gesamte Periodendauer P das Vielfache der Anstiegszeit der Helligkeit angenommen werden. In unserem Fall gilt also: $P = 4 \cdot 157 \text{ min} = 628 \text{ min} = 0,4361 \text{ d}$.

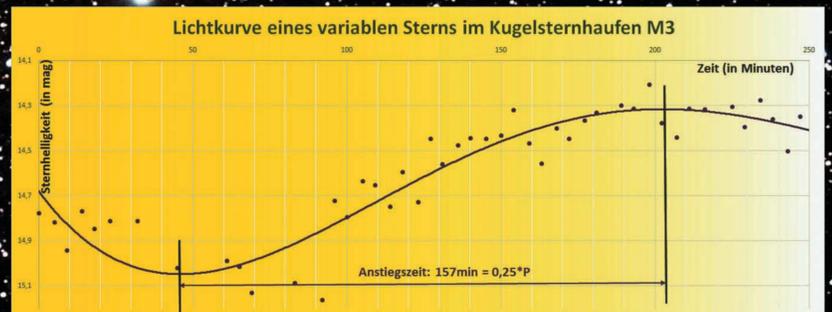
Aus der Periodendauer $P = 0,4361 \text{ d}$ (Tage) resultiert über die "Perioden-Helligkeits-Beziehung" $M = -2,33 \cdot \log(P/d) - 0,88$ die absolute Helligkeit $M = -0,04 \text{ Mag}$ des betrachteten veränderlichen Sterns.

Die Entfernung r (in Lichtjahren) des Sterns und damit die des Sternhaufens von der Erde liefert jetzt der Entfernungsmodul $m - M = -5 + 5 \cdot \log(3,26 \cdot r/ly)$. m ist die aus der Lichtkurve gewonnene mittlere scheinbare Helligkeit des Sterns.

Unser Ergebnis ist

$r = 29.000 \text{ ly}$ (Lichtjahre)

Beim aktuellen Literaturwert von 33.900ly.



Der Kugelsternhaufen M3 im Sternbild "Jagdhunde" enthält zahlreiche Sterne, die ihre Helligkeit periodisch verändern.