

fallen. Die Staubwolken sollen dabei aber nicht homogen, sondern klumpig sein, so dass sie interessante Schattenspiele auf den Trichterwänden verursachen. Und die lassen sich auch von Amateuren leicht verfolgen.

Ich beobachte NGC 2261 schon seit 20 Jahren, um die Veränderungen seiner Erscheinung zu dokumentieren und zu verfolgen. Meistens mache ich in den ersten 3 Monaten eines Jahres die „offizielle“ Aufnahme für das Jahr und versuche im Herbst eine weitere Aufnahme zu erzielen. Gelegentlich sind mir ein paar mehr Aufnahmen gelungen. Aufnahmegeräte waren zunächst ein 9,25-zölliges Schmidt-Cassegrain-Teleskop und eine Videokamera Watec 120N, die später durch eine CCD-Kamera Atik 314L ersetzt wurde. Seit 2012 nutze ich einen apochromatischen Refraktor mit 140 mm Öffnung und eine CCD-Kamera Atik 460EX. Die genannten Kameras haben monochromatische Sensoren. Alle Aufnahmen sind auf meiner Homepage [2] dokumentiert. Aufnahmestandort war anfangs

meine heimische Terrasse und ab 2012 die Gartensternwarte. Durch die südliche Lage des Objekts muss ich NGC 2261 in einer Lücke zwischen den Nachbarhäusern erhaschen. In jedem Fall muss ich über die Dächer der Nachbarhäuser hinweg fotografieren, was der Luftruhe nicht zuträglich ist, insbesondere während der Heizperiode. Im Januar 2020 fiel mir auf, dass NGC 2261 keine erkennbaren Veränderungen zu einer sehr kurz belichteten Aufnahme zweieinhalb Wochen zuvor am Jahresende 2019 aufwies (Abb. 1+2). Das fand ich ungewöhnlich, weil ich zuvor mal eine Serie Aufnahmen in Abständen von drei Wochen machen und deutliche Unterschiede erkennen konnte. Die Aufnahme von Ende 2020 zeigte wieder keine erkennbaren Veränderungen, die von Anfang 2021, also einige Monate später, genauso wenig. Erst Ende 2021 war eine Veränderung am Ost- rand erkennbar. Die beiden Aufnahmen von Anfang und Ende 2022 glichen wieder denen aus 2019. NGC 2261 schien seine Variabilität eingestellt zu haben. Um diesem Verdacht nachzugehen, habe ich alle zehn

Aufnahmen noch einmal und identisch prozessiert. Dabei habe ich dieses Mal den Kontrast nur moderat erhöht, damit kleinere Veränderungen nicht von hellen Nebelregionen überstrahlt werden. Es wurde keine Schärfung durchgeführt. Der Befund blieb. Mit Ausnahme der Aufnahme vom Oktober 2021 zeigen alle anderen Aufnahmen seit der Jahreswende 2019/2020 ein einheitliches Erscheinungsbild. So gesehen gab es in den letzten Jahren eigentlich nichts Neues bei NGC 2261. Die Staubwolken sind womöglich auf den Stern herabgeregnet oder zu Planeten kondensiert. War es das jetzt mit der Variabilität von NGC 2261? Ich bleibe jedenfalls am Ball und verfolge und dokumentiere das Geschehen weiter.

Internethinweise (Stand Januar 2023):

- [1] Wikipedia: „Benennung veränderlicher Sterne“, https://de.wikipedia.org/wiki/Benennung_veränderlicher_Sterne
 [2] M. Mrotzek: Homepage: „NGC 2261“, astro-photos.net/CCD/NGC2261_cctv.html

NGC 7217

– eine besondere Galaxie im Sternbild Pegasus

von Bernd Wallner und Peter Riepe

Im Pegasus gibt es einige Galaxien, die hinsichtlich ihrer Struktur und Detailvielfalt schon zu den astrofotografisch anspruchsvolleren Aufnahmeobjekten gehören. Will man als Astrofotograf hier anknüpfen, sollte man beachten: Gerade die lichtschwachen, ungewöhnlichen Details solcher Galaxien wie Gezeitenschweife, Sternströme oder Zwerggalaxien legen nahe, sich über die Aufnahmetechnik und Bildbearbeitung hinaus auch einmal mit den Eigenschaften dieser LSB-Phänomene zu befassen (LSB = Low Surface Brightness, geringe Flächenhelligkeit). Jeder hat heutzutage die Möglichkeit, sich im Internet über die aktuellen Forschungsergebnisse zu informieren. Unser Artikel soll Anstoß geben, geeignete Online-Hilfen zu nutzen [1, 2, 3]. Daher bringen wir nach NGC 7769/71 [4] mit

NGC 7217 jetzt eine weitere Spiralgalaxie aus dem „geflügelten Pferd“ (Abb. 1). Sie ist keine Standardgalaxie, wird seltener gezeigt und kaum im Detail vorgestellt.

Für die tief belichteten Aufnahmen von NGC 7217 wurde das BLT vorgesehen (Bernds Large Telescope [4]), ein Cassegrain-Teleskop von 600 mm Öffnung und 4.857 mm Brennweite. Als Kamera wurde die neue QHY600M montiert. Diese moderne, gekühlte CMOS-Kamera verfügt über den bekannten Sony-Chip IMX-455, der mit 3,76 µm großen Pixeln ausgestattet ist und sich durch eine hohe Quanteneffizienz und ein geringes Rauschen auszeichnet. Um bei dem Kleinbildformatchip (24 x 36 mm²) mit 9.576 x 6.388 Pixeln ein vernünftiges Sampling zu erreichen, wurde der 2x2-

Binningmodus gewählt. Daraus ergibt sich ein Bildmaßstab von 0,319"/Pixel und ein Bildfeld von 25'x 17'. Damit ist bei bestem Seeing um 1" das Nyquist-Abtastkriterium erfüllt. Zusätzlich wurde der neue, spezielle CMOS-LRGB-Filterersatz von Baader verwendet. Neben der gewohnt hohen Qualität der Baaderfilter sei auf die geschwärzten Filterkanten hingewiesen, die einen seitlichen Lichteinfall, speziell bei den Flat-Aufnahmen, wirkungsvoll verhindern.

Vom 29.08.2022 bis zum 06.09.2022 konnten bei guten örtlichen Bedingungen 132 Luminanzaufnahmen mit 180 s und jeweils 43 rot-, 34 grün- und 34 blauefilterte Aufnahmen mit 240 s Einzelbelichtungszeit verwendet werden. Das SQM-L mit Streulichtblende zeigte im Aufnahmezeitraum



1 NGC 7217, Bildfeld 24,8' x 16,5' (Bild: Bernd Wallner, Aufnahmedaten im Text)

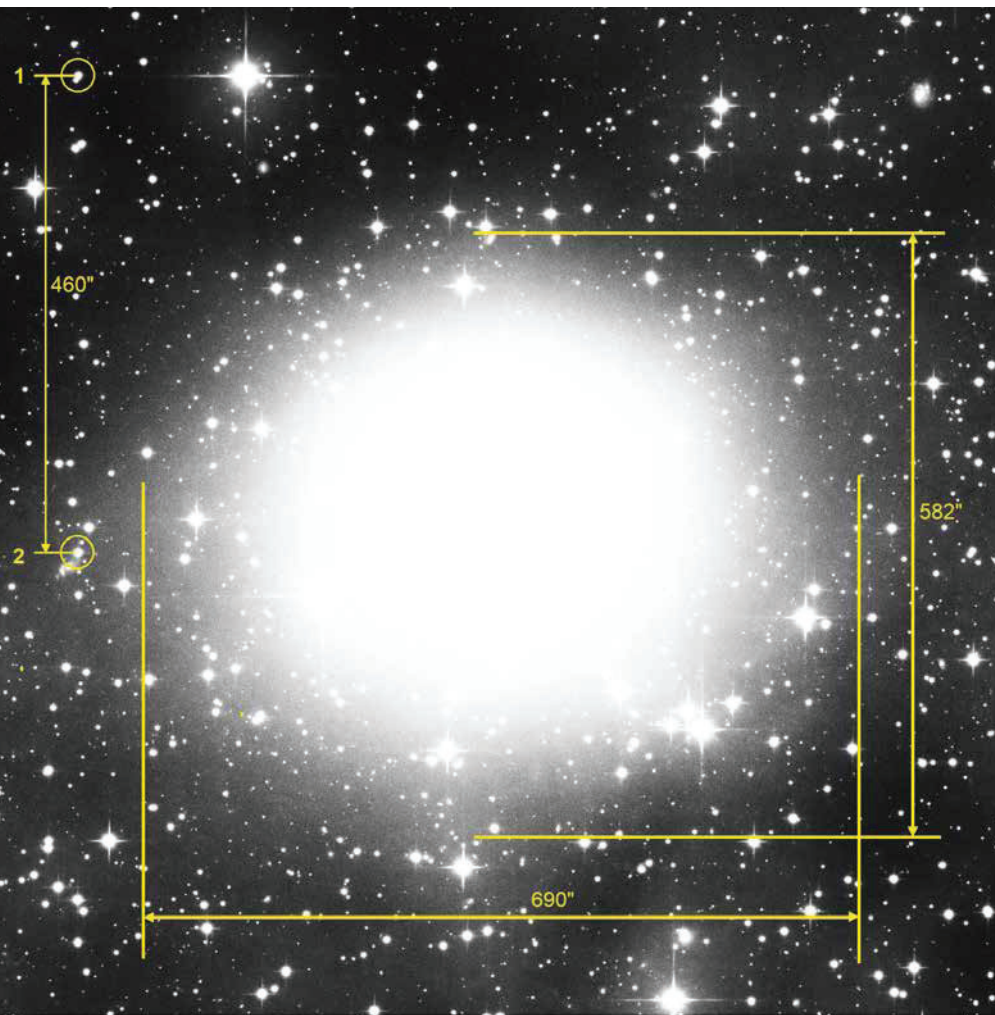
Werte zwischen 19,8 und 20,3 mag/arcsec². Der FWHM-Wert im Luminanz-Rohsummenbild betrug 1,27", so dass eine gute Detailabbildung der Gesamtaufnahme zu erwarten war. Von 278 Einzelaufnahmen in Summe wurden lediglich 35 Einzelaufnahmen mit zeitlich schlechterem Seeing und durchziehenden Cirruswolken aussortiert. Damit ergaben sich insgesamt 14 Stunden Belichtungszeit für die LRGB-Aufnahmeserie. Als Software zur Automatisierung der Reihenaufnahmen wurde „Sequence“ von Philipp Keller verwendet. Die präzise Mechanik erlaubt in Verbindung mit der in der Software enthaltenen Pointing-Routine MLPT ein so genanntes „Blindguiding“ im Sekundärfokus mit nahezu 100 % Bildausbeute ohne Ausschuss durch unrunde Sternabbildungen. Nach sorgfältigem Kalibrieren der Rohbilder mit Darks, Flats und Flatdarks wurde eine mit den üblichen Bearbeitungsroutinen durchgeführte Bild-

bearbeitung vorgenommen. Hierzu wurden PixInsight und Photoshop verwendet. Bei der Bearbeitung wurde speziell auf die saubere Darstellung der inneren Details sowie des schwachen äußeren Ringes der Galaxie, wie auch der kleinen, schwachen Hintergrund- und möglichen Zwerggalaxien geachtet.

Jetzt zu den bekannten Fakten. Die Datenbank Simbad und die NED geben für NGC 7217 eine Radialgeschwindigkeit von 952 km/s an. Mit der Hubble-Konstanten $H_0 = 71$ km/s/Mpc berechnet sich eine Hubble-Distanz von 13,4 Mpc (≈ 44 Mio. Lj). Individuelle Entfernungsmessungen aus [2] ergeben wesentlich mehr, nämlich 60 Millionen Lichtjahre, die wir hier weiter verwenden. In Simbad wird ein scheinbarer Durchmesser von 3,6' x 3,2' genannt. Das erscheint uns ziemlich unglaubwürdig, denn in der Abbildung 1 wird ein anschließender

äußerer Halo sichtbar. Bekannt ist, dass lichtschwächste Außenbereiche wie Halos in sehr tiefen Belichtungen die realen Maße der Galaxien beträchtlich vergrößern, insbesondere in Hochkontrastdarstellungen (Abb. 2). Unter Berücksichtigung dieses Halos ergibt sich für NGC 7217 in unserer Auswertung ein belegbarer Wert von 11,5' x 9,7'. Der wahre Galaxiendurchmesser erreicht damit bis in den äußeren Halo enorme Ausmaße von ≈ 200.000 Lichtjahren. Jedoch muss man relativierend feststellen, dass der wahre Durchmesser bis zum Außenrand des bläulichen Spiralrings mit 55.600 Lichtjahren deutlich kleiner ist.

In vielen Informationsquellen – auch auf Webseiten bekannter Astrofotografen – wird NGC 7217 als Typ Sb bezeichnet. Es ist aber offensichtlich, dass hier keine klassische Sb-Spirale wie z. B. M 81 oder NGC 3642 vorliegt (Abb. 3). NGC 7217 besitzt



keine nach außen gerichteten, langen und spiralig weglaufernden Arme. Vielmehr liegt eine vollständig den Galaxienkern umlaufende, dreiteilige Ringstruktur vor. Daher wird im Atlas of Galaxies [5] der Typ Sb(r)II-III angegeben, nach Sandage-Tammann aus dem Revised Shapley-Ames Catalog of Bright Galaxies, wobei das (r) auf die Ringstruktur hinweist.

Die Abbildung 4 zeigt in einer modifizierten Bearbeitung die Ringstruktur als näheren Ausschnitt. Im Kernbereich (n für nucleus = Kern) erkennt man den Kernring R_n mit $24'' \times 19''$ Winkelgröße, einen inneren Ring R_i mit $69'' \times 56''$ und den Außenring R_a mit $191'' \times 153''$. Das passt recht gut zu den Werten von Buta et al. [6] mit $21,4''/63,2''/154''$ in Deklination. Diese Astronomen fanden heraus, dass der Außenring der Ort ist, an dem Sternentstehung geschieht. Hier sind rund zwei Drittel der Gesamtmasse des neutralen Wasserstoffs vorhanden. Ferner

2 Für die Sterne 1 und 2 links oben mit etwa gleicher Rektaszension wurde aus dem Himmelsatlas Aladin (in Simbad) der Deklinationsabstand bestimmt. Die Außengrenzen der Galaxie wurden nach Augenmaß festgelegt. So ergab sich eine Abmessung von $690'' \times 582''$.



3 Ein klarer Beweis: NGC 7217 von Bernd Wallner (rechts) ist keine typische Sb-Galaxie wie NGC 3642 aus dem SDSS (links).

4 Die innere Ringstruktur von NGC 7217, Kürzel s. Text

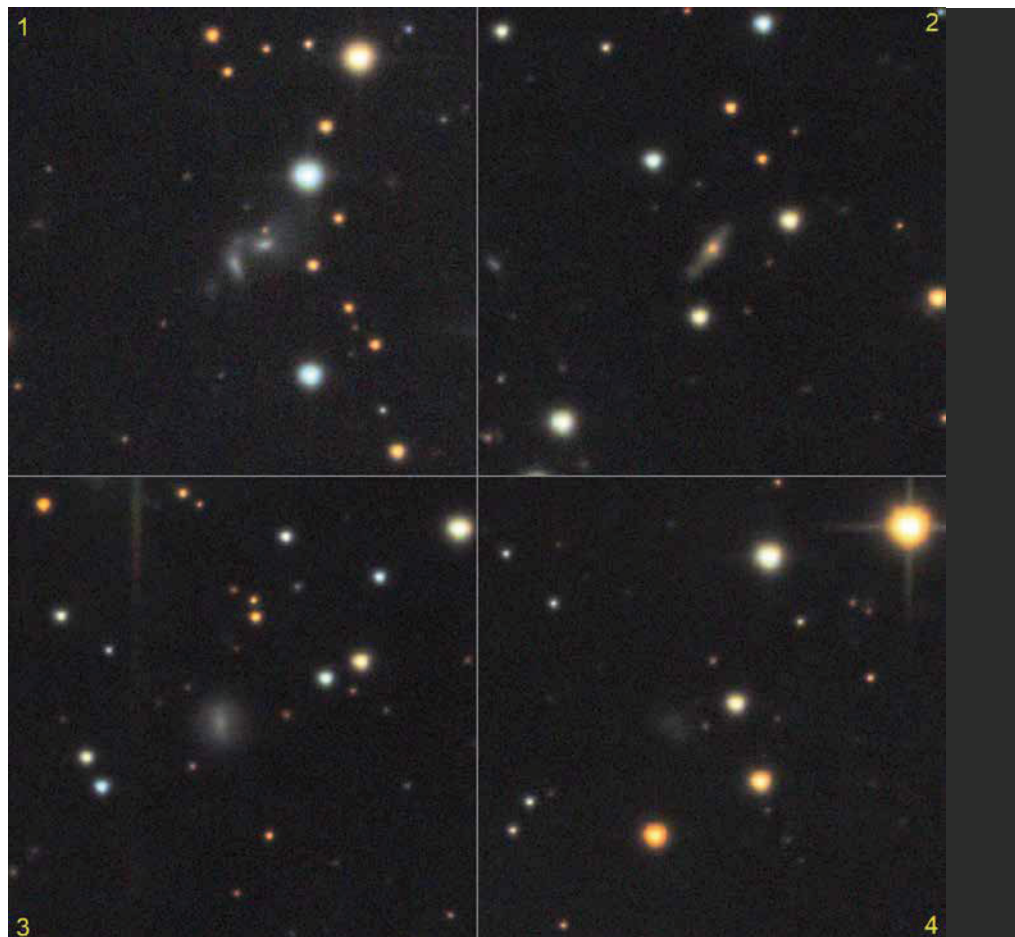
ist die Farbe des Außenrings blauer als der Rest der Galaxienscheibe und zeigt dort auch mehr $H\alpha$ -Emission [7]. Zwischen Außenring und Kernring liegt eine deutlich dunklere Zone mit Staubbändern und einer flockigen Anordnung spiraliger Ringe, von denen R_i der hellste ist. Jenseits des Außenringes schließt sich der weitreichende Halo an, dessen Flächenhelligkeit nach außen stetig abnimmt. Während Buta et al. eine sphärische Haloform zu erkennen glauben, haben für uns sowohl der Halo als auch die Ringstruktur ein gleiches Achsenverhältnis von etwa 1,2 : 1. In der Abbildung 2 wird dies deutlich.



Was uns aufhorchen lässt: NGC 7217 ist eine der seltenen Galaxien, die in ihrem Inneren eine gegenläufig rotierende Sternpopulation aufweisen. Etwa 30 % der Sterne rotieren retrograd zu den restlichen Sternen. Das jedenfalls stellen die Entdecker in ihrer Untersuchung fest [8]. Galaxien mit gegenläufigen Gasmengen wie M 64 sind ebenfalls bekannt, aber die mit gegenläufigen Sternen sind erheblich seltener. Ein weiteres Beispiel ist NGC 4550, dort rotieren jeweils 50 % der Sterne gegenläufig. Die spektroskopischen Messungen dazu sind kompliziert, sie wurden daher auch immer wieder kontrovers diskutiert.

Das Umfeld von NGC 7217 wirkt leergefegt. Als nächster Nachbar gilt die irreguläre Galaxie NGC 7292, die allerdings rund $4,5^\circ$ ost-südöstlich von NGC 7217 steht. Das entspricht einem gegenseitigen Abstand

5 Von den vier gezeigten Hintergrundgalaxien ist Nr. 4 ein möglicher Begleiter von NGC 7217.





6 Bestimmung der Sternengrenzgröße, Details s. Text.

von rund 4,2 Mio. Lichtjahren. Wir haben das direkte Umfeld von NGC 7217 nach näher stehenden Begleitern abgesucht. Zahlreiche Hintergrundgalaxien sind sichtbar. Meistens zeigen sie Anzeichen für einen zentralen Bulge. Oft ist auch eine umgebende Spiralstruktur erkennbar, die bei großen Entfernungen natürlich nicht mehr detailliert aufgelöst werden kann. Spiralgalaxien sind groß, daher weit entfernt von NGC 7217. In der Menge aller Hintergrundgalaxien haben wir einen bisher unbekanntes, möglichen Kandidaten gefunden, der als irreguläre Zwerggalaxie ein Begleiter von NGC 7217 sein könnte (Abb. 5). Die Koordinaten (J2000.0) lauten: Rektasz. = 22 h 07 min 40,4 s und Dekl. = +31° 26' 28". Der projizierte Abstand zu NGC 7217 beträgt 5,5', was 96.000 Lichtjahren entspricht. Mit einem Durchmesser von 8,5" (≈ 2500 Lj) wäre auch die Größe passend.

Schlussbetrachtung

Die Tiefe einer Deep-Sky-Aufnahme lässt sich sehr gut über die erreichte Sternengrenzgröße beschreiben. Welche Sternengrenzgröße ist im Bild von NGC 7217 nachweisbar? Dazu wurde im SDSS ein geeigneter Ausschnitt östlich der Galaxie ausgesucht (Abb. 6). Links ist das SDSS-Navigations-

feld mit drei gelb markierten Sternen zu sehen, rechts daneben ein Ausschnitt mit gleichem Bildmaßstab aus der Abbildung 1. Darin sind dieselben Sterne rot markiert. Beide Bilder wurden in der Helligkeit dem Himmelshintergrund angepasst. Die im SDSS gemessenen dezimalen Koordinaten sowie die Helligkeiten der drei Sterne in den fotometrischen SDSS-Filterungen u, g, r, i und z sind oben in den drei Datenkästen zugeordnet. Für unsere Auswertungen werden die g- und r-Helligkeiten benötigt. Aus ihnen lassen sich über eine Transformation die dem Astrofotografen gewohnteren V-Helligkeiten ableiten, das Verfahren wurde in [9] ausführlich vorgestellt. Stern 1 hat $V = 23,10$ mag, Stern 2 hat 23,57 mag und Stern 3 bereits 24,14 mag. Der direkte Vergleich beider Teilbilder zeigt: Stern 1 wurde gut erfasst, Stern 2 ist mäßig sichtbar, Stern 3 nicht mehr. Die Sternengrenzgröße kann daher auf $V = 23,8$ mag abgeschätzt werden. Und damit sind wir sehr zufrieden!

Literatur- und Internetquellen

(Stand Februar 2023):

- [1] Datenbank Simbad, <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- [2] NASA Extragalactic Database (NED),

<http://nedwww.ipac.caltech.edu/>

- [3] Sloan Digital Sky Survey (SDSS), <http://skyserver.sdss.org/dr16/en/tools/chart/navi.aspx>
- [4] P. Riepe, B. Wallner, 2021: „Überraschungen beim Galaxienpaar NGC 7769 und NGC 7771“, *VdS-Journal für Astronomie* 79, IV/2021, S. 46-50
- [5] A. Sandage, J. Bedke, 1988: „Atlas of Galaxies“, NASA Scientific and Technical Information Division, Washington
- [6] R. Buta et al., 1995: „NGC 7217: A Spheroid-dominated, Early-Type Resonance Ring Spiral Galaxy“, *Astrophys. J.* 450, p. 593
- [7] L. Verdes-Montenegro et al., 1995: „The three rings of the isolated galaxy NGC 7217“, *Astron. Astrophys.* 300 (8/1995), p. 65
- [8] M. R. Merrifield, K. Kuijken, 1994: „Counterrotating Stars in the Disk of the SAB Galaxy NGC 7217“, *Astrophys. J.* 432, p. 575
- [9] W. E. Celnik et al., 2022: „Die Galaxie NGC 2403 - ein Gemeinschaftsprojekt (Teil 2)“, *VdS-Journal für Astronomie* 83, IV/2022, S. 40-45