Messier 31
näher betrachtet

Anhand visueller Beobachtungen und von Fotografien können Sternfreunde viel von dem faszinierenden Wissen nachvollziehen, das die professionellen Forscher dieser Galaxie entlockt haben. Der Wunsch, dieses Objekt möglichst detailliert zu sehen, ist daher nur allzu verständlich. Was kann ein Amateurastronom mit einem leistungsfähigen Teleskop hier entdecken?

Von Christoph Gerhard

Fragt man Astronomiebegeisterte, welche Objekte des Nachthimmels sie besonders beeindrucken, dann kommt man an der Andromedagalaxie Messier 31 nicht vorbei. Doch Vorsicht: Fasziniert von den fantastischen, detailreichen Aufnahmen, die heute mit fotografischen Mitteln möglich sind, erleben viele Einsteiger beim ersten visuellen Betrachten der Sterneninsel Messier 31 eine Enttäuschung. Voller Erwartung richten sie ihr Teleskop auf das Objekt, benutzen dabei eine möglichst hohe Vergrößerung – und landen beim Blick durch das Okular inmitten einer nebligen Suppe.Weit entfernt von den Wünschen, wird nur eine milchige Masse mit einem etwas helleren Kern in der Bildmitte sichtbar. Was nun?

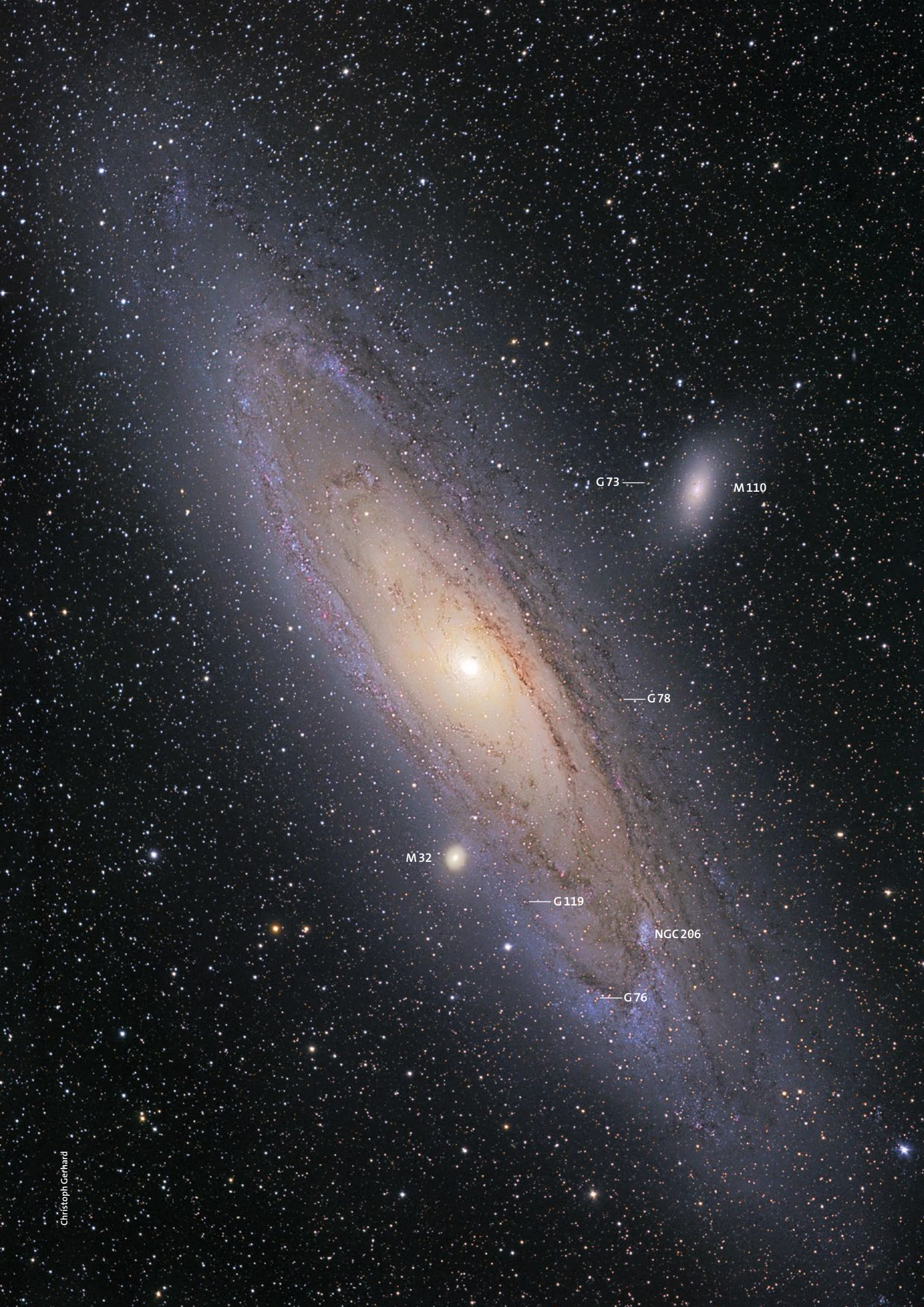
Hier hilft nur ein schrittweises Vorgehen, mit dem sich jeder Beobachter allmählich an feine Details herantasten kann. Schon bei mittlerer Öffnung zeigt sich dann innerhalb der Galaxie und ihrer Umgebung eine Fülle lohnender Einzelobjekte. Und Astrofotografen können mit empfindlichen digitalen Kameras noch weiter in die Nachbargalaxie vorstoßen, als es das Auge vermag. Um einige visuelle und fotografische Herausforderungen, die Messier 31 für Sternfreunde bereithält, soll es im Folgenden gehen.

Vom kleinen zum größeren Teleskop

Wegen der enormen Ausdehnung der Galaxie bedarf es beim ersten Betrachten mit dem Auge am Teleskop eines großen Bildfelds. Daher ist es wichtig, zu Beginn ein Okular mit nicht zu hoher Vergrößerung zu wählen. Auf diese Weise kann sich der Beobachter einen Überblick verschaffen, ehe er sich langsam zu den Einzelheiten vorarbeitet. Anschließend muss er sich viel Zeit nehmen und das Objekt zunächst auf sich wirken lassen.

An meinem Refraktor mit 115 Millimeter Objektivdurchmesser lässt sich die Andromedagalaxie mit ihren nahen Begleitern Messier 32 und Messier 110 wunderbar überblicken. Dabei sind in den besten Nächten zwei zarte Staubbänder sichtbar, welche die flächige Ellipse begrenzen (siehe Bild rechts und den Beitrag ab S. 72 in diesem Heft). In etwas größeren Geräten, beispielsweise einem Newton-Teleskop mit 20 Zentimeter Spiegeldurchmesser, kommen weitere Einzelheiten zum Vorschein. So tritt innerhalb der Galaxie die Sternwolke NGC 206 hervor, die sich in einem Fünf-Zoll-Refraktor nur andeutungsweise zeigt. Mit einem größeren Teleskop verrät sie sich als hellerer glimmender Teil innerhalb des weiten, gleichmäßig verteilten Sternenlichts der Galaxie.

Am besten lässt sich NGC 206 bei indirektem Sehen erkennen: Blicken Sie nicht direkt auf ein lichtschwaches Objekt, sondern ein wenig daran vorbei. So gelangt das Licht auf die empfindlicheren Teile der Augennetzhaut, und das schwache Leuchten der Wolke lässt sich besser wahrnehmen. Mit größeren Teleskopen ab 30 Zentimeter Öffnung lassen sich


G73
M110
G78
M32
G119
NGC206
G76
Christoph Gerhard

dort gerade noch einige Einzelsterne erkennen – allerdings gehören sie nicht der Andromedagalaxie an, sondern stehen im Vordergrund und sind Mitglieder unseres Milchstraßensystems.

Eine etwas schwierigere, aber lohnende Herausforderung besteht darin, Kugelsternhaufen aufzusuchen, die in weitaus größerer Zahl um das Zentrum von Messier 31 kreisen als in unserer Galaxis. Für die Beobachtung dieser fernen Haufen eignet sich beispielsweise ein Schmidt-Cassegrain-Teleskop mit 25 Zentimeter Öffnung oder ein Newton-Teleskop mit 30 Zentimeter Öffnung. Mit Vergrößerungen um 200-fach kommen die lichtschwachen Kugelsternhaufen dann bei ruhiger Atmosphäre und guter Durchsicht in Reichweite der visuellen Beobachtung.

Kugelsternhaufen visuell

Einige ausgewählte Objekte, die ich gemeinsam mit dem Sternfreund Uwe Schultheiß erfolgreich beobachten konnte, möchte ich hier vorstellen. Für unsere Versuche haben wir fünf Kugelsternhaufen mit Helligkeiten von rund 14 bis 15 mag ausgewählt (siehe Tabelle unten).

Unser erstes Ziel war der hellste und größte Vertreter, G 1 (siehe Bilder rechts). Er trägt auch die Bezeichnung Mayall II, die an den US-amerikanischen Astronomen Nicholas Ulrich Mayall (1906–1993) erinnert, der diesen und fünf weitere Haufen auf fotografischen Platten entdeckte. Mayall II, der gewaltigste Kugelsternhaufen der lokalen Galaxiengruppe, ist 130 000 Lichtjahre vom Zentrum seiner Heimatgalaxie entfernt. Somit muss man das Teleskop schon ein ganzes Stück von Messier 31 wegbewegen, wobei der Eindruck entsteht, in einer gänzlich anderen Himmelsgegend unterwegs zu sein. Von den beiden dicht danebenstehenden Feldsternen unterscheidet sich G 1 als kleines, ovales, verschwommenes und granuliertes Objekt.

Beinahe einfacher lässt sich der Kugelsternhaufen G 76 auffinden: Hilfreich beim Aufsuchen ist, dass er mit Messier 32 und einem helleren Stern ein sehr lang gezogenes Dreieck bildet (siehe Bild S. 77). Im Okular erscheint der Haufen als zarter Nebelfleck inmitten von vier helleren Sternen, und gleich in seiner Nachbarschaft schimmert die Sternwolke NGC 206. Auch der schwach leuchtende Kugelsternhaufen G 119 bildet mit Messier 32 und einem hellen Vordergrundstern ein Dreieck (siehe Bild S. 77). Schwieriger zu identifizieren ist der Haufen G 78, der sich nördlich des zentralen Bereichs von Messier 31 und Messier 110 befindet. Auch er zeigt sich als schwaches, verwaschenes Objekt und unterscheidet sich dadurch von den Vordergrundsternen unserer Milchstraße.

Christoph Gerhard

Ein weiterer Haufen, G 73, lässt sich nahe der Begleitgalaxie Messier 110 auffinden: Er steht unweit eines Feldsterns und erscheint im Okular wie ein feiner Nebelbausch.

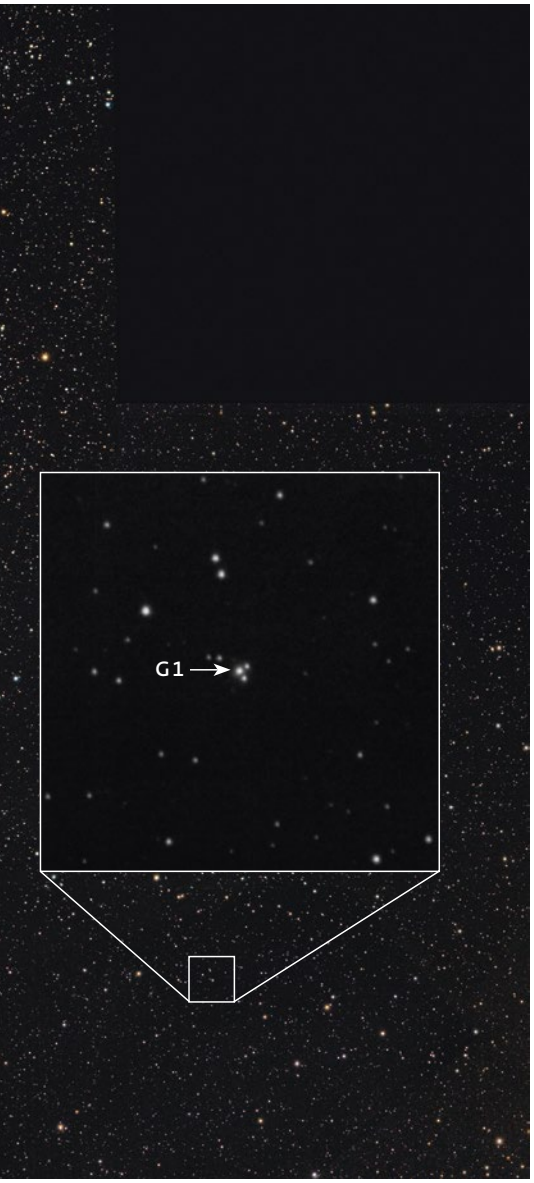
Die bisherigen Beispiele zeigen, dass ein genaues Betrachten am Teleskop Erstaunliches zu Tage fördert. Mit den Mitteln der Fotografie ist noch mehr möglich.

Fotografieren lohnt sich

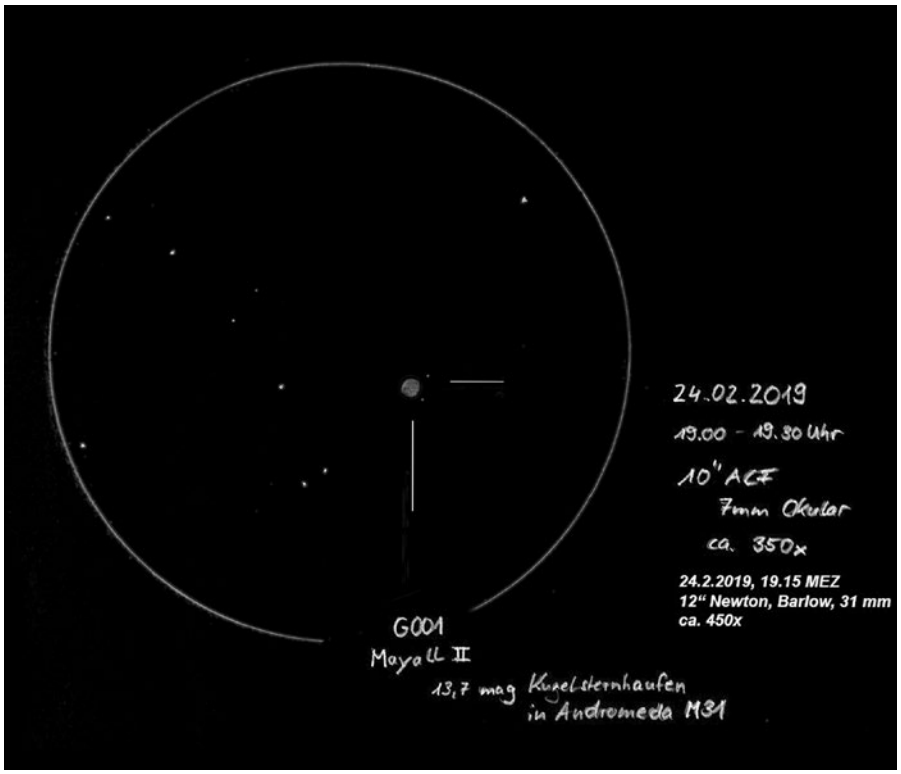
Auf unzähligen Bildern wurde die kosmische Nachbarin unserer Galaxis festgehalten und begeistert durch ihre interessanten Einzelheiten. So zählte sie auch zu meinen ersten fotografischen Gehversuchen mit einer Kleinbildkamera, die mit

Kugelsternhaufen bei Messier 31

Bezeichnung	Position 2000 α	δ	Helligkeit	Winkeldurchmesser
G 1	$0^h32^m47^s$	+39°34′40″	13,7 mag	36 Bogensekunden
G 73	0 40 55	+41 41 25	14,9 mag	3,0 Bogensekunden
G 76	0 40 59	+40 35 47	14,2 mag	3,6 Bogensekunden
G 78	0 41 01	+41 13 45	14,2 mag	3,2 Bogensekunden
G 119	0 41 53	+40 47 09	15,0 mag	2,7 Bogensekunden



Christoph Gerhard



Uwe Schultheiß, Christoph Gerhard

Der 13,7 mag helle Kugelsternhaufen G 1, auch als Mayall II bezeichnet, liegt weit außerhalb der Andromedagalaxie. Das kleine Bild im Foto links entstand mit einer CCD-Kamera G2-8300 FW an einem Newton-Teleskop mit 30 Zentimeter Spiegeldurchmesser. Norden ist oben, Osten links. Den visuellen Anblick an einem 25-Zentimeter-Teleskop bei 350-facher Vergrößerung zeigt die von Uwe Schultheiß und Christoph Gerhard angefertigte Skizze (oben). Das Objekt erscheint hier deutlich ausgedehnt.

einem Normalobjektiv und einem handelsüblichen Film bestückt war. Die Kamera hatte ich huckepack auf einem Newton-Teleskop mit elf Zentimeter Öffnung befestigt. Nach zehn Minuten Belichtung zeigten sich Sterne bis zu einer scheinbaren Helligkeit von 9 mag – und dazu die Andromedagalaxie als längliches, nebliges Fleckchen.

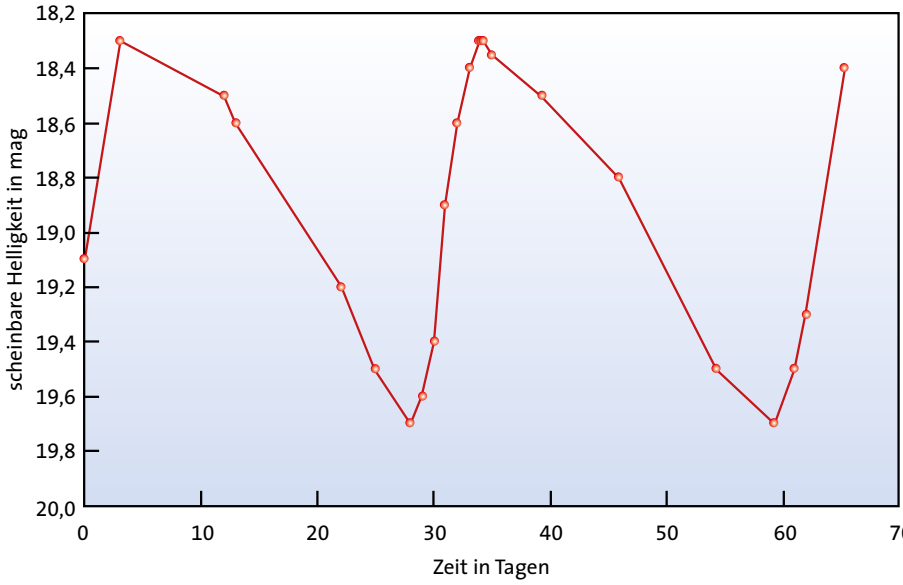
Über die Jahre konnte ich meine Aufnahmetechnik verbessern und die Brennweite sowie die Belichtungszeiten steigern. Der richtige Durchbruch erfolgte jedoch erst mit dem Einsatz der Digitaltechnik vor rund 15 Jahren. Mit Hilfe einer computergestützten Nachführung des Teleskops, längeren Belichtungszeiten bei größeren Brennweiten und durch das Aufsummieren vieler einzelner Belichtungen im PC erhielt ich Bilder, die auch sehr lichtschwache Objekte zeigen.

Im Rahmen einer längeren Belichtungsserie über mehrere Monate hinweg konnte ich gemeinsam mit befreundeten Astronomen sogar veränderliche Sterne innerhalb der Andromedagalaxie beobachten. Eine für uns besonders wichtige Klasse solcher Veränderlichen sind die Cepheiden. Sie sind nach dem Prototyp dieser Sternklasse, Delta Cephei, benannt und zeigen einen charakteristischen Lichtwechsel (siehe SuW 7/2015, S. 72). Für die Astronomen sind diese Sterne von besonderer Bedeutung, da sie aus der gemessenen Periode ihrer Helligkeitsschwankungen auf die wahre Leuchtkraft des Sterns schließen können. Durch den Vergleich der Leuchtkraft mit der scheinbaren Helligkeit, mit welcher der Stern am Himmel leuchtet, ergibt sich seine Entfernung.

Die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung für Cepheiden entdeckte die US-amerikanische Forscherin Henrietta Swan Leavitt im Jahr 1912 durch die Analyse von Fotografien der Kleinen Magellanschen Wolke, einer Begleitgalaxie unseres Milchstraßensystems. Dank dieser Vorarbeit konnte Edwin Powell Hubble, der am Mount Wilson Observatory Cepheiden in der Andromedagalaxie identifizierte, im Jahr 1923 erstmals die Entfernung von Messier 31 bestimmen. Damit bewies er zweifelsfrei, dass diese Galaxie ein Objekt außerhalb unseres Milchstraßensystems ist.

Schon zuvor gab es entsprechende Hinweise aus der beobachtenden Astronomie: Im Jahr 1864 beobachtete der englische Astronom William Huggins Messier 31 spektroskopisch. Er fand ein kontinuierliches Spektrum, das sich deutlich von den Emissionslinienspektren der damals schon vielfach beobachteten galaktischen Nebel unterschied. 1899 nahm der deutsche Astronom Julius Scheiner am Astrophysikalischen Observatorium Potsdam ebenfalls ein Spektrum der Andromedagalaxie auf und stellte eine »überraschende Übereinstimmung« mit dem Sonnenspektrum fest. Damit sah Scheiner

Christoph Gerhard



Christoph Gerhard / SuW-Grafik

Der von Christoph Gerhard beobachtete veränderliche Stern H 1 (siehe Foto oben) befindet sich innerhalb der Andromedagalaxie und gehört der Klasse der Delta-Cephei-Sterne an. Aus der Periodendauer des Lichtwechsels von rund 31 Tagen ließ sich die Leuchtkraft des Sterns und seine Entfernung bestimmen (siehe Lichtkurve).

die Vermutung bestätigt, dass der milchige Lichtfleck Messier 31 aus Sternen bestehen müsse.

Auf den historischen Aufnahmen Hubbles spielt der Cepheide mit der Bezeichnung H 1 eine besondere Rolle, da er als erster veränderlicher Stern in der Andromedagalaxie entdeckt wurde (siehe Bild oben). Insgesamt haben wir drei dieser besonderen Sterne über mehrere Wochen hinweg überwacht und konnten ihre Lichtkurven aufnehmen. Mit einer CCD-Kamera an einem 25-Zentimeter-Newton-Reflektor erreichten wir bei 20 Minuten Belichtungszeit die nötige Empfindlichkeitsgrenze unterhalb von 20 mag.

Die Messung der Helligkeiten auf unseren Aufnahmen erfolgte mit dem Programm CCD-Soft. Aus der von uns gemessenen mittleren scheinbaren Helligkeit von 19 mag und der absoluten Helligkeit von –5,6 mag lässt sich eine Entfernung von etwa 2,7 Millionen Lichtjahren ableiten. Dieser Wert liegt im Bereich dessen, was heute für die Distanz von Messier 31 angegeben wird.

Von innen nach außen

Lang belichtete Aufnahmen lassen innerhalb der Andromedagalaxie noch weitere Einzelobjekte erkennen: Nicht nur die schon beschriebene Sternwolke NGC 206 und die Kugelsternhaufen, sondern auch offene Sternhaufen, die sich in der galaktischen Scheibe befinden, treten in ihrer Fülle zu Tage. Zudem zeigen sich die leuchtenden Wasserstoffwolken von Sternentstehungsregionen in ihrer intensiv rötlichen Farbe, vor allem im östlichen Spiralarm (siehe Bild links und Bild S. 77). Zudem lassen sich auf solchen Aufnahmen Hunderte von Kugelsternhaufen verifizieren und katalogisieren.

Diese mühsame Kleinarbeit untermauert, was beim bloßen Blick an den Himmel als selbstverständlich erscheinen mag: dass die Naturgesetze und Abläufe, wie wir sie aus unserer Milchstraße kennen, auch in der Andromedagalaxie gelten!

Eine weitere Ähnlichkeit zwischen unserem Milchstraßensystem und Messier 31 fällt schon beim ersten Betrachten auf: ihre Begleitgalaxien. Zwei von ihnen wurden schon erwähnt: Messier 32 und Messier 110, die auch mit ihrer NGC-Nummer 205 aufgeführt wird. Diese Begleiter haben Massen vom Drei- bis Viermilliardenfachen der Sonnenmasse, etwa ein Hundertstel der Masse unseres Milchstraßensystems. Die Astronomen vermuten, dass diese Galaxien Überreste der zentralen Regionen von ehemals größeren Satellitengalaxien sind. Die große Nachbarin Messier 31 hat die frühere Sternfülle ihrer Begleiter im Lauf der Jahrmilliarden erheblich reduziert und sich die Sterne einverleibt.

Im ferneren Umfeld der Andromedagalaxie gibt es noch einige weitere Begleitgalaxien, die Amateurastronomen beobachten und fotografieren können, beispielsweise NGC 147 und NGC 185 (siehe Kasten S. 82). Insgesamt sind derzeit rund 50 Galaxien bekannt, welche durch die Schwerkraft mit ihrer großen Nachbarin in Wechselwirkung stehen. Die hellste und größte von ihnen ist die berühmte Spiralgalaxie Messier 33 im Sternbild Dreieck (siehe Bild S. 74 in diesem Heft).

UNSLASH / SEBASTIAN TAPIA HUERTA (https://unsplash.com/photos/5qba-p9ahTE)

Spektrum-Leserreisen

LESERRABATT

travel-to-nature

Erleben Sie die Schönheit Namibias, die bunte Kultur Perus oder lassen Sie sich bei einer Fotoreise durch Costa Rica die Vielfalt des grünen Landes zeigen.

www.travel-to-nature.de/spektrum-leserreisen/

Mit dem Code »Spektrum« bei Buchung einer der Reisen erhalten »Spektrum«-Leser für sich und maximal eine mitreisende Person einen Rabatt von fünf Prozent auf den Reisepreis (Zusatzleistungen ausgeschlossen).

UNSLASH / ROBERT LUKEMAN (https://unsplash.com/photos/zNNGuUHmuU)

LESERRABATT

Mol Reisen

Kommen Sie mit auf eine 10-tägige Reise zu Islands faszinierender Geologie. Die Erkundung der Halbinsel Snaefellsnes im Westen Islands mit dem Vulkan Snaefellsjökull wird wissenschaftlich begleitet von Prof. Dr. Sonja Philipp.

https://mol-reisen.de/island-geologie/

Mit dem Code »Spektrum« bei Buchung einer der Reisen erhalten »Spektrum«-Leser für sich und maximal eine mitreisende Person einen Rabatt von fünf Prozent auf den Reisepreis (Zusatzleistungen ausgeschlossen).

PRÄMIE

Birdingtours

Tauchen Sie ein in die faszinierende Welt der Vögel und kommen Sie mit auf Vogelbeobachtungstouren.

https://www.birdingtours.de/spektrum-leserreisen/

Mit dem Code »Spektrum« bei Buchung einer Tour erhalten »Spektrum«-Leser eine praktische birdingtours-Trinkflasche.

Infos und Anmeldung:
Spektrum.de/live

UNSLASH / KENRICK MILLS (https://unsplash.com/photos/MF9WvTNA55I)

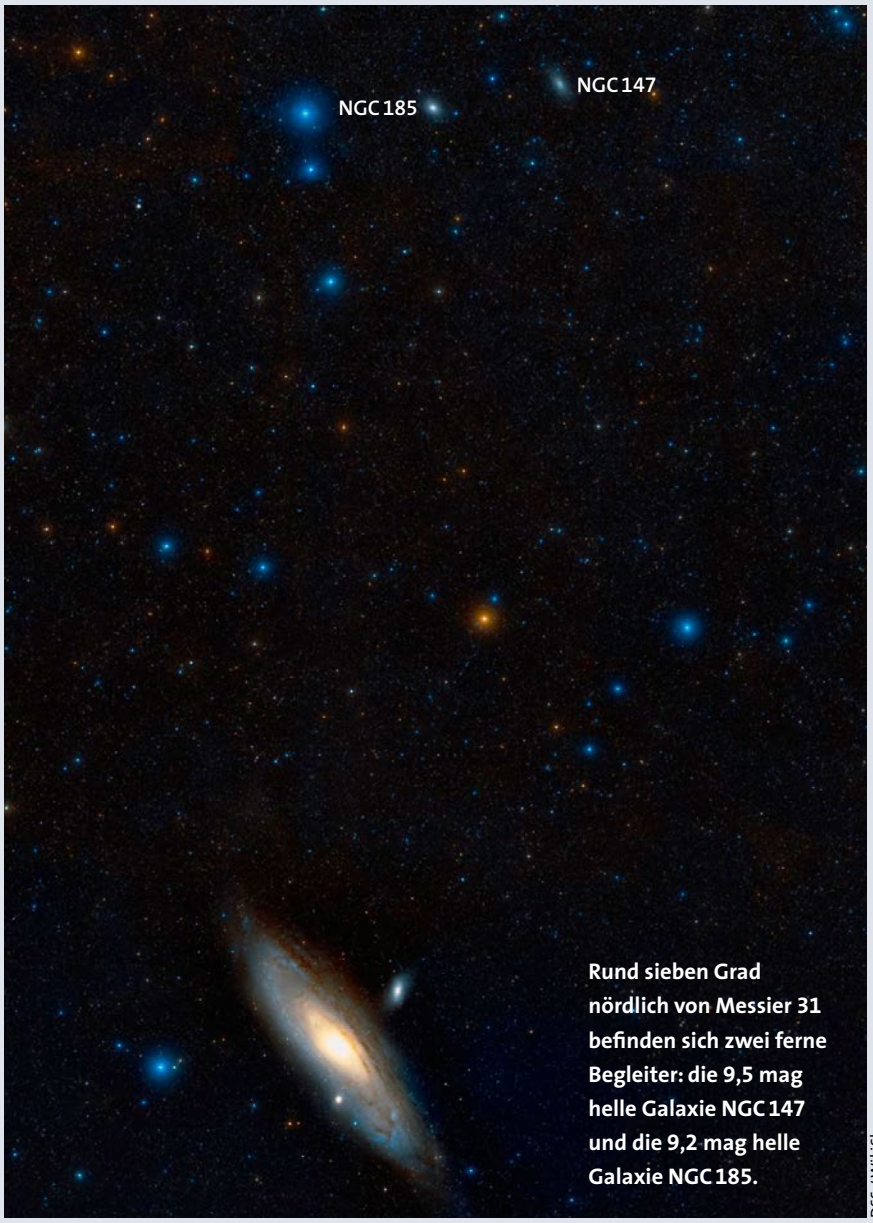
Zwei ferne Begleiter der Andromedagalaxie

Weit abseits vom Kern der Andromedagalaxie finden sich zwei lichtschwächere Begleiter, die noch in Reichweite mittlerer Teleskope liegen: die elliptischen Zwerggalaxien NGC 147 und NGC 185 (siehe Bild rechts). Ihre Gesamthelligkeiten liegen knapp oberhalb von 10 mag. Besonders NGC 185 ist ein interessantes Ziel für Astrofotografen, da sie Details erkennen lässt (siehe Bild unten).

Die beiden Objekte befinden sich rund 7,5 Grad nördlich von Messier 31, im südlichen Teil des Sternbilds Kassiopeia. Ihr gegenseitiger Abstand beträgt nur rund ein Grad. Zum einfachen Auffinden des Galaxienpaars gehen Sie von Messier 31 aus: Wählen Sie ein Okular mit niedriger Vergrößerung und platzieren Sie den Kern der Andromedagalaxie am östlichen Rand des Bildfelds. Anschließend klemmen Sie die Rektaszensionsachse fest. Nach einem vorsichtigen Schwenk um sieben Grad nach Norden sollten Sie die beiden Objekte als schwache Lichtflecken im Gesichtsfeld erkennen können. Die Himmelskoordinaten von NGC 147 und NGC 185 lauten $\alpha = 0^h33^m12\overset{s}{,}1$, $\delta = +48°30'32''$ beziehungsweise $\alpha = 0^h38^m58\overset{s}{,}0$, $\delta = +48°20'15''$.

NGC 147 wurde im Jahr 1829 von dem englischen Astronomen John Herschel entdeckt. Rund ein halbes Jahrhundert zuvor hatte sein Vater William bereits NGC 185 beschrieben. Im Jahr 1944 gelang es Walter Baade mit dem 100-Zoll-Spiegelteleskop des Mount Wilson Observatory in Kalifornien, die beiden Galaxien in Einzelsterne aufzulösen. Baade erkannte auch, dass die Objekte der Lokalen Gruppe angehören. Die beiden Sternsysteme sind etwa 300 000 Lichtjahre vom Kern der Andromedagalaxie entfernt und stehen uns wahrscheinlich etwas näher als diese.

MARTIN J. NEUMANN



Rund sieben Grad nördlich von Messier 31 befinden sich zwei ferne Begleiter: die 9,5 mag helle Galaxie NGC 147 und die 9,2 mag helle Galaxie NGC 185.

DSS / WikiSky.org

Der hellere der beiden fernen Begleiter, die elliptische Zwerggalaxie NGC 185, sieht bei näherem Betrachten etwas körnig aus, was auf Einzelsterne hindeutet. Unweit ihres Zentrums befindet sich eine dunkle Staubwolke.

Christoph Gerhard

Ausflug in die Astrophysik

Beim längeren Betrachten meiner großen Aufnahme fielen mir Einzelheiten auf, die mich zu Recherchen in der Literatur veranlassten und mich direkt in die aktuelle astrophysikalische Forschung führten. Auffallend sind in der lang belichteten Aufnahme die schwach leuchtenden Brücken zwischen der Hauptgalaxie und ihren Begleitern (siehe Bild S. 77): Sternströme, die einen direkten Zusammenhang der kleineren Galaxien mit der großen Andromedagalaxie anzeigen. Offensichtlich ist auch die ungleichmäßige Struktur der großen Andromedagalaxie.

Auf sehr lang belichteten Aufnahmen verraten sich noch weitere Sternströme, die sich über Distanzen von mehr als 500 000 Lichtjahren, bis hin zur Nachbargalaxie Messier 33, ausdehnen. Als Erklärung für diese Erscheinungen wird eine Begegnung der beiden Welteninseln vor etwa 2,6 Milliarden Jahren verantwortlich gemacht. Aber diese vergangene Annäherung, bei der sich die beiden Galaxien bis auf 130 000 Lichtjahre nahe kamen, kann die inneren Strukturen nicht erklären.

Diese Feststellung bildete den Ausgangspunkt für eine Untersuchung von französischen und chinesischen Astronomen. Ihnen war die besondere Zusammensetzung des Kerns der Andromedagalaxie aufgefallen. Dort entstanden in den zurückliegenden zwei Milliarden Jahren viele jüngere Sterne, die keine gemeinsame Bewegungsrichtung aufweisen. Im Zentrum unserer Heimatgalaxie verhält es sich anders: Dort bewegen sich alle Sterne in der gleichen Richtung um das Zentrum.

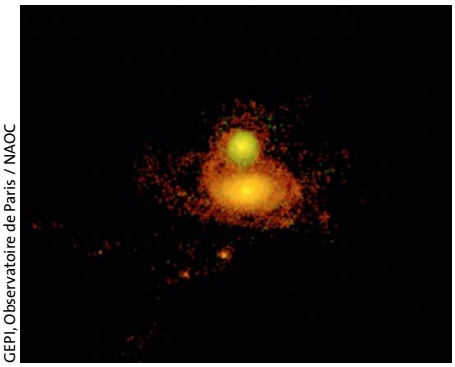
Mit dem Wissen über die großen Sternströme in Messier 31 entwickelten die Forscher ein Simulationsmodell, dem zufolge vor sechs Milliarden Jahren eine kleinere Galaxie, mit nur etwa einem Viertel der Masse der Andromedagalaxie, in geringer Distanz an ihr vorüberzog (siehe Bild oben). Vier Milliarden Jahre später, also drei Milliarden Jahre vor der Gegenwart, wurde sie ein zweites Mal von dieser Galaxie getroffen und vereinigte sich mit ihr innerhalb weiterer zwei Milliarden Jahre zur heutigen Andromedagalaxie. Dabei entstand zunächst die galaktische Scheibe, die aber nun in sich verbogen war. In dieser Simulation schienen die Sternströme außerhalb der Galaxienscheibe wie von selbst zu entstehen.

Richard D'Souza und Eric F. Bell von der University of Michigan entwickelten ein anderes Modell. Die beiden Forscher gingen von besonderen Sternen aus, die sich innerhalb der riesigen Sternströme im Halo von Messier 31 sowie in Messier 32 befinden. Diese Sterne enthalten einen relativ hohen Anteil von Elementen, die schwerer als Wasserstoff und Helium sind – Astrophysiker bezeichnen sie als Metalle. Die metallhaltigen Sterne verrieten den Überrest eines gemeinsamen Vorläufers, dem drei Sterngruppen entstammen, die sich heute an weit verstreuten Orten im Raum befinden. Somit muss Messier 32 einen Vorgänger gehabt haben, den die Autoren als M 32p bezeichnen. Nach ersten Modellrechnungen wurde seine Größe klar: Die Galaxie muss halb so groß wie unser Milchstraßensystem gewesen sein. Demnach wäre M 32p die drittgrößte Galaxie innerhalb der Lokalen Gruppe gewesen, bevor sie von unserer großen Nachbarin aufgesogen wurde!

Zudem stellten die beiden Autoren den Zeitpunkt für die gigantische Galaxienkollision fest: Die Verschmelzung der beiden Sternsysteme muss vor rund zwei Milliarden Jahren stattgefunden haben. D'Souza und Bell konnten also das heutige Aussehen der Andromeda-Galaxiengruppe, ihren Halo mit den Sternströmen und die Zusammensetzung ihrer Sternpopulationen anhand eines einzigen Modells erklären.

Forschung selbst erleben

Die hier skizzierten Ergebnisse zeigen, dass wir Sternfreunde uns nicht mit einem ehrfürchtigen Blick an den Himmel zufriedengeben müssen: Für eingehende visuelle und fotografische Studien stehen heute leistungsfähige Teleskope und technische Hilfsmittel zur Verfügung. Was wir damit beobachten, dokumentieren und fotografieren können, führt uns direkt zu astrophysikalischen Fragen und ermöglicht uns, vieles von dem, was die modernen Forschung zu Tage förderte, mit eigenen Mitteln nachzuvollziehen.



GEPI, Observatoire de Paris / NAOC

Dieses Bild aus einer Computersimulation veranschaulicht die Kollision der Andromedagalaxie (orange) mit einer weiteren Galaxie (grün) vor rund sechs Milliarden Jahren.

CHRISTOPH GERHARD beschäftigt sich seit seiner Kindheit mit Astronomie. Seit 20 Jahren betreibt er in der Benediktinerabtei Münsterschwarzach eine Sternwarte. Seine Interessen liegen in der Fotografie von Deep-Sky-Objekten und der Überwachung erdnaher Asteroiden und weiterer Kleinkörper des Sonnensystems, die sich auf seinen Aufnahmen finden.

Literaturhinweise

Bresseler, P.: In den Armen der Andromeda. Entdeckungen im südwestlichen Gebiet von M31. Sterne und Weltraum 12/2007, S. 88–91

D'Souza, R., Bell, E. F.: The Andromeda galaxy's most important merger about 2 billion years ago as M 32's likely progenitor. Nature Astronomy, 2, 2018

Hubble, E. P.: Im Reich der Nebel. Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1938

Huggins, W., Miller, W. A.: On the spectra of some of the nebulae. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 154, 1864

Ma, J. et al.: Structural parameters of Mayall II = G 1 in M 31. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 376, 2007

Sargent, W. L. W. et al.: Search for globular clusters in M 31. Astronomical Journal 82, 1977

Scheiner, J.: On the spectrum of the great nebulae in Andromeda. Astrophysical Journal 9, 1899

Schröder, K.-P.: Unsere Schwestergalaxie und ein unterschätzter Sternhaufen. Sterne und Weltraum 9/2007, S. 68–69

Vollmann, W.: Veränderliche am PC beobachten: Das Delta-Cephei-Projekt. Sterne und Weltraum 7/2015, S. 72–76

Wolfart, B.: Die Andromedagalaxie entstand durch eine große Kollision. Sterne und Weltraum 2/2011, S. 14–15