Zeitschrift: astro sapiens : die Zeitschrift von und für Amateur-Astronomen
Band: 4 (1994)
Heft: 1

Artikel: Astrofotografie am Teleskop. Teil 1, Die geeignete Ausrüstung
Autor: de Lignie, Jan
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-896956

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Astrofotografie am Teleskop

Teil 1: Die geeignete Ausrüstung

Jan de Lignie

Der Astromarkt bietet heute jedem Amateurastronomen die Möglichkeit, sein Teleskop für viel Geld in eine High-Tech Astrokamera zu verwandeln. Doch auch die teuerste Ausrüstung ist kein Garant für erfolgreiche Astrofotografie. Lösungsmöglichkeiten für viele entstehende Probleme, mit denen jeder beginnende Astrofotograf zu kämpfen hat, finden Sie in diesem zweiteiligen Bericht.

Die Astrofotografie ist wohl die anspruchsvollste Disziplin der Amateurastronomie. Mit dem Aufkommen von hochempfindlichen Filmen erlebte sie in den letzten zwanzig Jahren einen gewaltigen Aufschwung, auf den der Astromarkt mit einem schon fast unüberschaubaren Angebot geantwortet hat. Astrofotografie leicht gemacht, könnte man denken... Man darf sich aber keine Illusionen machen; jeder beginnende Astrofotograf muss mit seinem Instrument umgehen lernen und Erfahrung sammeln, was im Normalfall jahrelange Arbeit und viele Enttäuschungen bedeutet. Ich möchte in diesem Bericht einige der astrofotografischen Probleme aufzeigen und die bestehenden Lösungsmöglichkeiten mit ihren Vor- und Nachteilen besprechen. Dabei sollen folgende Themen behandelt werden: Optische Probleme, Stabilität von Teleskop und Montierung, Kamerawahl, Fokussierung, Nachführung und Filmhandhabung. Mein Ziel ist es jedoch nicht, eine allgemeine Einführung in Astrofotografie zu geben, da hierzu genug Literatur existiert. Am Schluss des Artikels sind deshalb empfohlene Bücher aufgeführt.

Die Teleskopoptik

Die Kriterien für ein Teleskop, das auf Astrofotografie ausgelegt sein soll, fallen anders aus als für ein visuell optimiertes Instrument. Im Normalfall bestimmt das Trennvermögen des Filmes die Auflösung einer Aufnahme und nicht dasjenige der Optik, was folgendes Rechenbeispiel illustriert: Man rechnet bei jedem Film mit einer maximalen Auflösung von ca. 40 Linien/mm. Ein Teleskop mit 1200 mm Brennweite bildet ein Gebiet von 2° Durchmesser in der Diagonalen des Kleinbildformates ab. Die Diagonale umfasst 43 mm, was einer Filmauflösung von 1700 Linien entspricht.

Teilt man nun den Bildfelddurchmesser (2° = 7200") durch die 1700 Linien, erhält man eine Auflösungsgrenze von maximal 4" einer Fokalaufnahme. Es wird klar, dass bei jeder beugungsbegrenzt arbeitenden Optik fotografisch deren mögliches Auflösungsvermögen nicht erreicht werden kann, ausser man verlängert die Brennweite des Systems bei gleichbleibender Öffnung! In Optikberechnungen spielt dies eine wichtige Rolle: Man konstruiert nicht beugungsbegrenzt arbeitende Systeme, welche jedoch das theoretische Trennvermögen des Films erreichen. Teleskopsysteme dieser Art gibt es viele. Darunter fallen z.B. Schmidt- und Flatfield-Kameras. Eine Verschlechterung der fotografischen Abbildung entsteht, wenn eine Optik von starken Farbfehlern behaftet ist. Augenfällig wirken sie sich bei Fraunhofer-Refraktoren aus; sie betragen im violetten Farbbereich das 20 bis 30fache der Beugungsscheibchengrösse und lassen besonders hellere Sterne zu grossen Klecksen auswachsen.

Wesentlich grössere Probleme in der fokalfotografischen Abbildung der meisten Teleskope bereiten jedoch ausserachsiale Bildfehler wie Koma, sphärische Aberration und gekrümmte Bildfelder. Ein f/6 Newton-Teleskop z.B. hat nur über die Hälfte des Kleinbildformates eine scharfe Abbildung, bei einem f/5

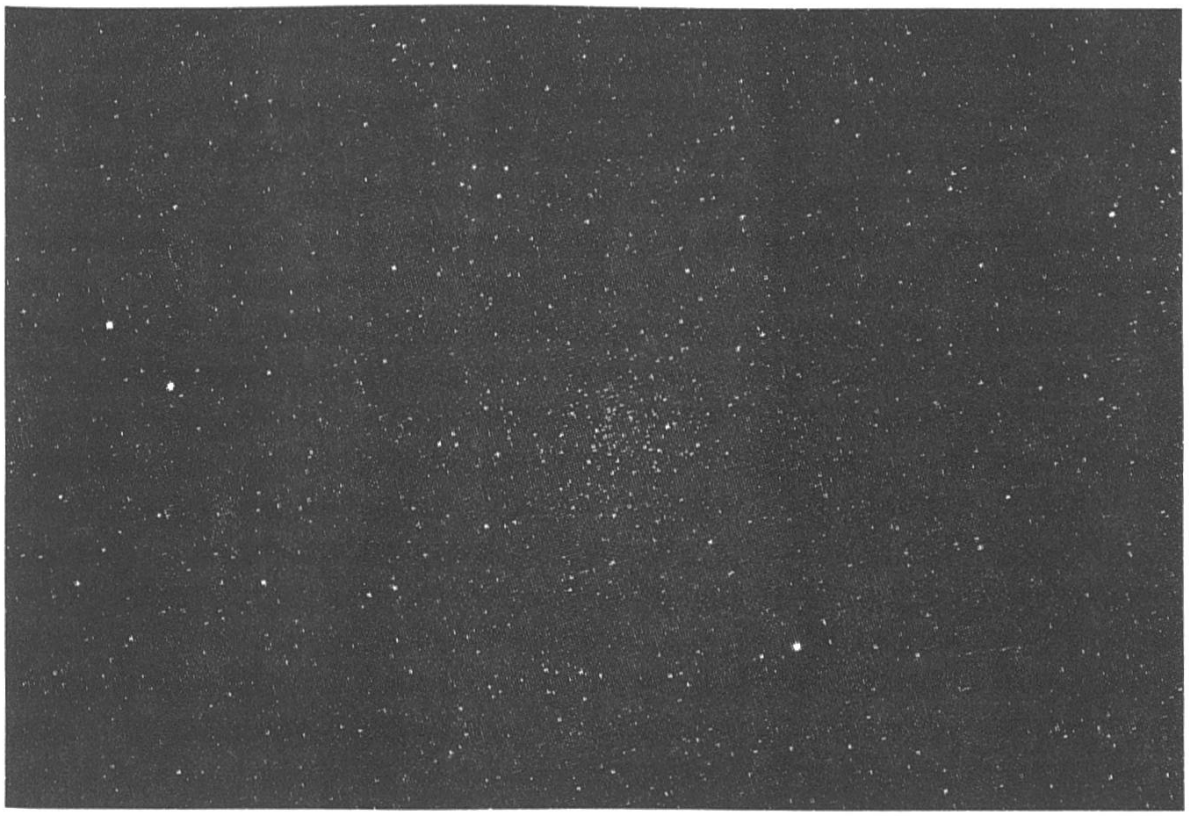


Abb. 1: M 46 mit dem Planetarischen Nebel NGC 2438. 10 min belichtet auf Fuji SHG 400 am 1. 2. 1992, Teleskop Meade SN8 (800 mm f/4).

misst das nutzbare Feld nicht mehr als 10 mm! Erst ab einem Öffnungsverhältnis von f/8 und langsamer werden sie zu fotografisch tauglichen Instrumenten mit einer scharfen Abbildung über das ganze Kleinbildformat. Heute bietet der Astromarkt für kurzbrennweitige Newton-Teleskope von f/4 bis f/6 sogenannte Komakorrektoren an, welche sich auch bewährt haben. Übrigens ist der CC42 von Lichtenknecker ein Tip zum Geld sparen: Er kostet ca. SFr. 250.–, die Komakorrektoren anderer Hersteller bis zu SFr. 550.–.

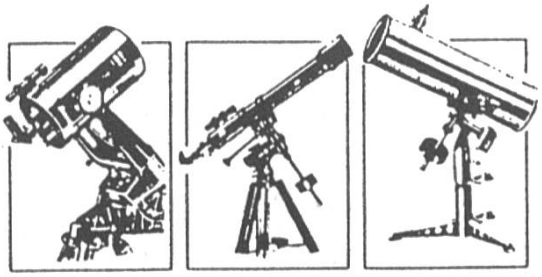
Der gegenwärtige Trend am Astromarkt geht in Richtung «Multi-Purpose», d.h. ein einziges Teleskop soll für alle Teilgebiete der Amateurastronomie geeignet sein. Spezialgläser beispielsweise machen die Herstellung kurzbrennweitiger Refraktoren möglich, wodurch auch Linsenteleskope zur Astrofotografie genutzt werden können (selbstverständlich mit den notwendigen Bildfeldkorrektoren). Für die Schmidt-Cassegrains gibt es seit kurzer Zeit ebenfalls Bildfeldkorrektoren, die zum Teil eine Reduktion der Brennweite beinhalten. Grundsätzlich arbeiten alle Koma- und Bildfeldkorrektoren nach dem gleichen Prinzip: Zugunsten einer gleichmässigen Schärfe über das Filmformat wird das Auflösungsvermögen des Teleskops herabgesetzt, aber nur soviel, dass die durch den Korrektor entstehende Unschärfe kleiner bleibt als das Trennvermögen des Films. Ein weiteres Kriterium für ein fotografisches Teleskop stellt das vignettierungsfreie Bildfeld dar [1]. Es sollte für ernsthafte Himmelsfotografie mindestens 50% des verwendeten Filmformates betragen.

Welche Teleskope sind nun wirklich geeignet für Astrofotografie im Primärfokus? Die angebotenen Bildfeldkorrektoren machen heutzutage verschiedene Typen fotografisch brauchbar. Herrliche Aufnahmen stammen z.B. von Refraktoren der Marken Astro Physics und Takahashi. Auch schnelle Newton-Teleskope haben mit den entsprechenden Komakorrektoren viele Fans gefunden. Leider sind die «alten», nur für Himmelsfotografie hergestellten Teleskope fast schon vergessen gegangen. Bewährt haben sich z.B. die Flatfield-Kameras von Lichtenknecker und insbesondere Schmidt-Kameras, welche auch heute noch die Aufnahmen höchster Güte liefern (siehe Titelbild!). Dagegen gibt es viele zweifelhafte Neukonstruktionen wie die Takahashi Epsilon-Serie und Schmidt-irgendwas-Abarten, die weder Fisch noch Vogel sind.

Ganz anders fallen die Anforderungen an eine Teleskopoptik für hochauflösende Astrofotografie aus. Ausserachsiale Bildfehler spielen keine Rolle, dafür sollte die Abbildung auf der optischen Achse beugungsbegrenzt und farbfehlerfrei sein. Farbfehler bewirken bei der

DER GEHEIMTIP
für jegliche Teleskope

Tiefste Preise
Kompetente Beratung
Volle Garantie



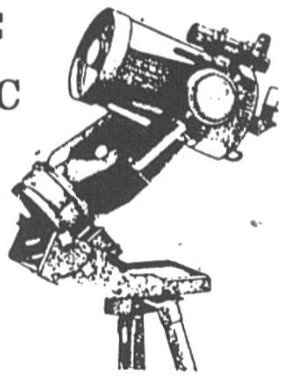
Christener

OPTIK - FOTO
MIKROSKOPE
ASTRONOMIE

Meisenweg, 5 - 3506 Grosshoechstetten
Tel. 031 / 711 07 30 - Telefax: 031 / 711 36 05

Celestron:

• **Ultima-8 PEC**



Meine Empfehlung:

Das Celestron C8 Ultima PEC. Das leistungsstarke Schmidt-Cassegrain Fernrohr mit 20cm Spiegel, 2 Meter Brennweite, ausgezeichnete Nachführung, Motor mit 9 Volt Batterie. 3 Geschwindigkeiten, gut transportabel.

NEWTON von Parks Optical, hervorragende Optik, stabile Montierung, kleiner Preis.

Telrad-Sucher (USA) der beste zur Zeit erhältliche Sucher, da der ganze Himmel sichtbar. Ein Muss für jeden Astroamateur, Preis nur Fr.80.--.

PARKS, CELESTRON, VIXEN, TELE VUE, MEADE, ZEISS, TAKAHASHI.

FELDSTECHER, DIAPOSITIVE, BUECHER, POSTER SONNENFILTER, ALLES ZUBEHOER, OKULARE USW.

BEIM KAUFE EINES TELESKOPES SIND CA 2 STDN BERATUNG EINGESCHLOSSEN.

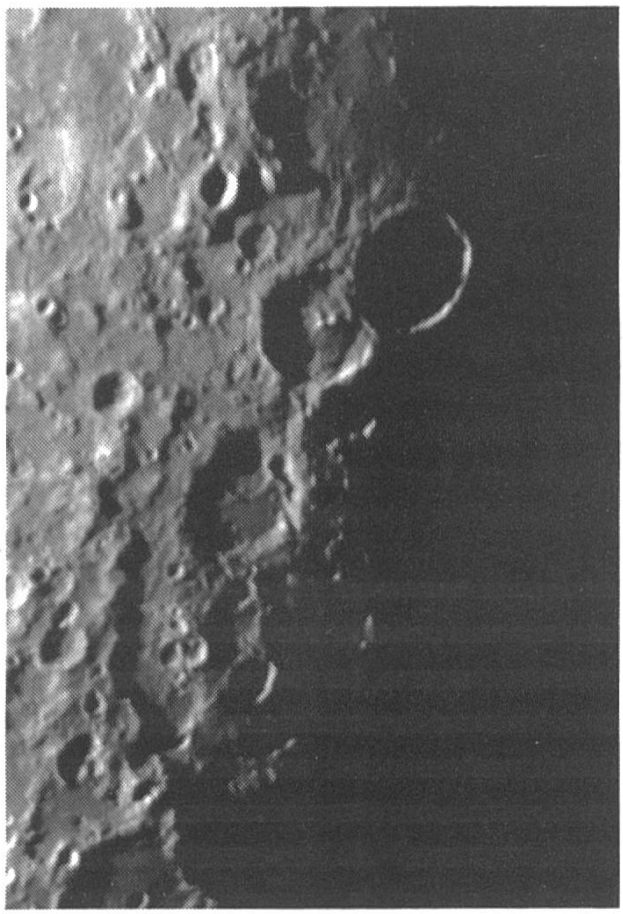


Abb. 2: Die Krater Theophilus, Cyrillus und Catharina. 20 cm Newton f/8.5, Aufnahmebrennweite durch Okularprojektion 21 m, ca. ⅓ s belichtet auf Fuji SHG 400.

Mond- und Sonnenfotografie eine starke Minderung von Kontrast und Schärfe. Die Optik meines Vixen 80 mm f/11-Refraktors z.B. ist zwar beugungsbegrenzt, weist jedoch sehr starke Farbfehler auf. Vergleiche ich die Abbildung von Sonnenfleckengruppen zwischen dem Vixen und einem ebenfalls beugungsbegrenzten 10 cm f/10-Newton bei gleichen Bedingungen, erhalte ich im Spiegelteleskop ein wesentlich klareres und detaillierteres Bild! Ich führe dies hauptsächlich auf den starken Farbfehler des Refraktors zurück. Selbstverständlich haben dieselben Farbfehler auch bei der Projektionsfotografie eine weniger scharfe Abbildung als theoretisch möglich zur Folge. Ideale Instrumente für die hochauflösende Fotografie sind deshalb langbrennweitige Spiegelteleskope und Refraktoren mit guter Farbkorrektur.

Oft wird gefragt, ob es nicht für Fokal-/Projektionsfotografie *und* Beobachtung ein Teleskop zu einem erschwinglichen Preis gibt. Der meines Erachtens beste Kompromiss mit dem besten Preis/Leistungs-Verhältnis bietet der gute alte, selbstgebaute 15 cm f/8-Newtonreflektor!

Stabilität von Montierung und Teleskop

Will man ernsthafte Astrofotografie betreiben, werden an die Qualität der Montierung höchste Anforderungen gestellt. Sie sollte primär über einen gleichmässigen, spielfreien Lauf und feinfühlige Korrekturmöglichkeiten verfügen. Die Belastbarkeit spielt nur eine untergeordnete Rolle: Solange das Teleskop mit den Gegengewichten gut ausbalanciert wird, ertragen die meisten Montierungen grössere Traglasten als angegeben. Das Teleskop darf aber während einer Aufnahme nicht berührt werden, da eine Montierung mit Überlast eine herabgesetzte Stabilität besitzt und auf

feinste Berührungen (auch schwachem Wind) empfindlich reagiert.

Stabilitätsprobleme eines Teleskops können vielfältiger Natur sein. Einerseits dürfen Optiken nicht starr oder geklebt eingebaut werden, da sonst unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten bei Temperaturänderungen Verspannungen im Glas hervorrufen. Will man hingegen fotografieren und mit einem Leitfernrohr nachführen, hat feinstes Kippen oder Verschieben einer Optik verzogene Abbildungen zur Folge. Probleme mit sich bewegenden Optiken bekunden allem voran Leute mit gekauften Teleskopen. Ich selbst fotografierte jahrelang durch ein 20 cm Meade Schmidt-Newton und erhielt unzählige Aufnahmen mit verzogenen Sternbildchen. Erst spät erkannte ich, dass dies durch den schlecht befestigten Hauptspiegel erzeugt wird! Heute lösen die Hersteller das Problem, indem sie zu solchen Teleskopen sogenannte *Off-Axis-Nachführsysteme* empfehlen (Besprechung siehe unter Kapitel «Nachführung»). Dabei wäre das verspannungsfreie Fassen von Optiken keine Hexerei; bei meinen Newton-Teleskopen hat sich das Einlegen von sattliegenden Korkstreifen zwischen Spiegel und Fassung bewährt. Die Spiegel sind dadurch spielfrei in ihrer Fassung gehalten, werden aber bei Temperaturänderungen wegen dem weichen Kork nicht verspannt. Es ist hierzu noch anzumerken, dass man alle Spiegel ganz rundherum fassen sollte. Oft sieht man Halterungen, welche Spiegel seitlich durch drei Arme halten oder sie mit drei Plastikschrauben in einer runden Fassung fixieren. Das gesamte Beugungsbild erscheint aber wegen den drei Flexpunkten stark deformiert (Abb. 3), was eine Verschlechterung der Abbildungsqualität bewirkt!

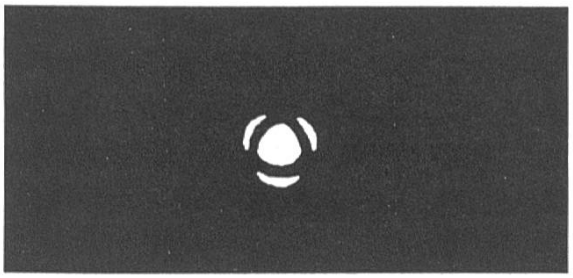


Abb. 3: Das durch drei Flexpunkte deformierte Beugungsbild, schon in einem 10 cm Newton-Teleskop beobachtet.

Ein zu schwacher Tubus kann ebenfalls verzogene Aufnahmen zur Folge haben. Ob sich der Tubus bei Lageänderungen verbiegt, merkt man an einer sich ständig ändernden Kollimation der Optiken (die deshalb auch nie ganz stimmt). Weitere Stabilitätsprobleme können noch bei allen sonstigen Bauteilen auftreten. Beim Okularauszug sind zwei Bedingungen sehr wichtig. Er muss eine Feststellschraube besitzen, was interessanterweise bei den heute käuflichen Modellen nicht immer selbstverständlich zu sein scheint. Die zweite Bedingung liegt in einem möglichst kleinen seitlichen Spiel. Bei vielen Okularauszügen verschiebt sich das Bild mehr

oder weniger stark, wenn man am Fokussierknopf die Drehrichtung ändert. Während der Beobachtung stört ein merkliches Bildkippen kaum, die Scharfstellung mit der Messerschneide wird jedoch erschwert. Die Fokussiermethode nach Foucault ist nämlich derart empfindlich, dass man die durch Kippen verursachte Verschiebung bereits erkennen kann. Leider gibt es nur sehr wenige Okularauszüge, die ohne seitliches Spiel auskommen. Das Problem liegt hier in der passgenauen Herstellung der ineinanderlaufenden Hülsen; es könnte niemand mehr einen solchen Stutzen bezahlen! JMI hat bei ihren NGF-Okularstutzen dieses Problem auf eine spezielle Art gelöst: Die innere Hülse bewegt sich in Rollen auf- und abwärts, welche durch hohen Druck die Hülse spielfrei halten.

Wie kann man eigentlich Stabilitätsprobleme von gewöhnlichen Nachführfehlern unterscheiden, werden Sie sich jetzt fragen. Gewöhnliche Nachführfehler manifestieren sich normalerweise durch die berühmten «Ausrutscher», wo dem Beobachter der Leitstern kurz zu weit aus dem Fadenkreuz herausläuft. Selbstverständlich ist eine Aufnahme ruiniert, wenn man nach wenigen Sekunden wohltuendem Schlaf, mit dem Auge am Nachführokular anlehnend, wieder erwacht und der Leitstern nicht mehr finden kann! Stabilitätsprobleme erzeugen aber mehr oder weniger langgezogene Sternbildchen, welche auf eine kontinuierliche Lageänderung des Bildes hindeutet. Oft liegen die Sternstrichlein auch quer zur Rektaszensions- und Deklinationsrichtung. Abbildung 4 zeigt ein solcher Fall. Die Aufnahme entstand durch ein Teleobjektiv. Als Nachführteleskop benutzte ich das bereits erwähnte Schmidt-Newton, wobei sich während der Belichtung der Hauptspiegel bewegte, mit dem Resultat, dass und ich falsch nachführte!

Teleskope, die alle besprochenen Anforderungen erfüllen, von denen gibt es nur sehr wenige. Es handelt sich dabei um ausschliesslich zur Fotografie gebaute Teleskope. Bei allen anderen Instrumenten würde ich nicht auf eine konsequent durchgeführte Herstellung vertrauen. Die beste Garantie für ein stabiles Teleskop gibt mmer noch der Selbstbau.

Die Wahl der Kamera

Bei der Besprechung dieses Problems möchte ich mich auf das Kleinbildformat beschränken, da meine Erfahrung nur Spiegelreflexkameras (abgekürzt SLR) umfasst. Eigentlich gibt es hierzu nicht so viel zu sagen. Je weniger nämlich eine SLR «kann», desto besser geeignet ist sie für Astrofotografie. Sie soll leicht sein und doch ein robustes Gehäuse besitzen. Die überaus wichtigste Eigenschaft stellt jedoch die Möglichkeit zur Durchführung einer Langzeitbelichtung ohne eingeschaltete Batterie dar. Bei Langzeitbelichtungen im

Batteriebetrieb wird diese schnell leer, zusätzlich senken tiefe Temperaturen die Leistungsfähigkeit einer Batterie stark.

Berücksichtigt man die bis jetzt aufgeführten Kriterien, fallen schon viele SLR's weg. Die modernen Autofokuskameras sind gross und schwer, haben empfindliche Kunststoffgehäuse und bieten selten die Möglichkeit, Langzeitbelichtungen ohne Batteriestrom vornehmen zu können. Heutige Kameratests in Astronomie-Zeitschriften umfassen meist die teuren Profi-SLR's wegen ihren Möglichkeiten wie auswechselbare Mattscheiben und Sucherschächten. Es wird immer wieder die Verwendung einer Mattscheibe mit Klarfleck zur besseren Fokussierung empfohlen. Leider kann eine Fokussierung durch die Kamera auch mit Suchervergrösserung nicht die für Fokal- und Projektionsfotografie notwendige Präzision bieten. Der Klarfleck hat z.B. die Eigenschaft, dass man in ihm Objekte schon scharf sieht bevor der wahre fotografische Scharfpunkt erreicht ist! Zur Fokussierung benützt man besser Techniken, die ohne Kamera arbeiten, weil Kameras und das menschliche Auge zuviele Unsicherheitsfaktoren in sich bergen. Mehr dazu aber in Teil 2. Viel wichtiger als Klarfleckmattscheiben und Suchervergrösserung ist für mich eine Kamera mit einem hellem Sucherbild. Ich besitze zwei, zur Astrofotografie taugliche Kameras, eine Contax und eine Miranda. Die Miranda hat ein helles Sucherbild, sodass ich in ihr schwache Objekte noch gut erkennen kann. Befestige ich jedoch die Contax-Kamera am Teleskop, verschluckt der dunkle Sucher auch die hellsten Himmelsobjekte und das Einrichten zur Fotografie wird stark erschwert.

Abb. 4: 25 min belichtet auf Kodacolor Gold 400 am 18. 1. 1991 durch ein Teleobjektiv mit 250 mm Brennweite. Die RA-Richtung liegt parallel zur Beitseite des Bildes.

Scriptum

Für Astrofotografie geeignete Kameras sind ältere und einfache SLR's, welche zumindest im B-Bereich ohne Batteriestrom arbeiten und ein helles Sucherbild bieten. Bestehen Sie jedoch beim Kauf gebrauchter Kameras darauf, sie zuerst auf Lichtdichtheit testen zu können. Viele der älteren Modelle sind dies nämlich nicht mehr. ☆

Teil 2 dieses Artikels (Die Verfahren) erscheint in astro sapiens 2/94.

Literatur

[1] Hägi, Markus: Abschattierung und Vignettierung bei Newton-Teleskopen. as 3/91, S. 34.

[2] De Lignie, Jan: Ein einfaches Gerät zur Scharfeinstellung. as 1/92, S. 41.

[3] Pommier, Rod: Selecting a Star for Off-axis Guiding. Sky & Telescope 2/93, p. 105.

[4] Martinez, Patrick: Astrofotografie. Darmstätter Blätter, Darmstadt 1985.

[5] Knapp, W.; Hahn; H.M.: Astrofotografie als Hobby. vwi-Verlag, Hersching 1980.

[6] Wallis, B.; Provin, R.: A Manual of Advanced Celestial Photography. Cambridge University Press, Cambridge 1988.

[7] Acker, Agnes: Praxis der Astronomie. Birkhäuser/Springer, Basel 1991.