

Die CCD-Kamera STXL-11002 von SBIG

Bewährter Leistungsträger im neuen Gewand

Seit ihrer Markteinführung entwickelte sich die leistungsfähige gekühlte Astrokamera STL-11000 der Santa Barbara Instrument Group (SBIG) zu einem »Quasistandard« in der Astrofotografie. Mit der STXL-11002 bietet der US-amerikanische Hersteller nun den Nachfolger dieses Klassikers an. Wir haben uns diese Kamera für Sie angesehen.

Von Ullrich Dittler

Im Jahr 2005 entwickelte die Firma SBIG mit der STL-11000 die erste gekühlte Astrokamera, die über einen 24×36 Millimeter großen Vollformatchip verfügte (siehe SuW 10/2005, S. 66). Neben dem damals größten in einer Astrokamera verfügbaren Chip war sie mit einem internen Nachführchip ausgerüstet sowie einem in das Gehäuse eingebauten Filterrad für fünf Filter. Als leistungsfähigste Astrokamera ihrer Zeit entwickelte sich die STL-11000 unter Amateurastronomen zu einem beliebten Gerät, mit dem unzählige beeindruckende Bilder aufgenommen wurden.

Zahlreiche technische Entwicklungen fanden zwischenzeitlich ihren Niederschlag in Astro-CCD-Kameras, und auch die Anforderungen von Amateurastronomen haben sich in der Zwischenzeit geändert. So erschien es konsequent, dass die Santa Barbara Instrument Group (SBIG) im Rahmen des Northeast Astronomy Forum 2012 (NEAF 2012) unter dem Namen STXL-11002 einen Nachfolger für das Erfolgsmodell präsentierte. Bei der Weiterentwicklung der STL zur STXL griff das im kalifornischen Santa Barbara ansässige Unternehmen sowohl auf einige technische Merkmale der Top-Kameraserie STX zurück als auch auf einige Neuerungen, die mit der STF-Serie eingeführt wurden.

Die neue Kameraserie STXL umfasst bislang zwei Modelle: die STXL-6303E mit 3072×2048 Pixeln bei einer Chipgröße von $27,65 \times 18,48$ Millimetern und somit einer Auflösung von 6,3 Megapixeln sowie die im vorliegenden Beitrag beschriebene STXL-11002. Damit ist die Serie zwischen den Kameras der STT-Reihe und den Topkameras der Reihe STX angesiedelt: In der STT-Baureihe werden leistungsfähige Kameras angeboten, mit Chipgrößen von $17,92 \times 13,52$ Millimetern (Chipdiagonale: 22,48 Millimeter) bis hin zu Vollformatchips mit $24,5 \times 36$ Millimetern (Chipdiagonale: 43,65 Millimeter). Das obere Ende der Produktpalette von SBIG bilden derzeit die Kameras der Reihe STX – mit Chipgrößen von bis zu $36,8 \times 36,8$ Millimetern (Chipdiagonale: 52,04 Millimeter) und einer Auflösung von bis zu 4096×4096 Bildpunkten.

Die SBIG STXL-11002

Die Astro-CCD-Kamera STXL-11002 ist in Deutschland als Monochromkamera in einem von insgesamt fünf verschiedenen Paketen – bestehend aus Kamera, Filterrad (mit oder ohne Guider) und verschiedenen Filtersätzen – erhältlich. Im Zentrum all dieser Pakete steht aber die STXL-11002.

Bei der Entwicklung der Kamera griffen die Ingenieure auf das für große Chips

ausgelegte Gehäuse und auf die schon in der STX-Serie erfolgreich arbeitende Technik der Topkameraserie zurück. Sie modifizierten den Aufbau jedoch in drei wesentlichen Punkten:

- Der zur Nachführkontrolle vorgesehene Guiding-Chip wurde – wie schon in der kurz zuvor eingeführten STF-Serie – von seiner Position direkt neben dem Aufnahmechip vor das Filterrad verlegt.
- Zudem konnte das Auflagenmaß durch die Überarbeitung des Verschlusses verringert werden, so dass sich an der STXL nun – wie schon vorher an der STL – Kameraobjektive nutzen lassen.
- Darüber hinaus lässt sich an der STXL nun zusätzlich auch eine externe STT/STXL-Guiding-Kamera betreiben.

Doch schauen wir uns die STXL-11002 zunächst im Detail an. Das rot und schwarz eloxierte Metallgehäuse der STXL-11002 mit den Maßen $152 \times 152 \times 125$ Millimeter hinterlässt bereits auf den ersten Blick den Eindruck eines hochwertigen und sauber verarbeiteten Produkts. Teleskopseitig kann man die Kamera über einen Dreizoll-Anschluss an ein Teleskop adaptieren.

Die Rückseite der Kamera dominiert ein Lüfter mit 60 Millimeter Durchmesser, der zwischen zwei praktischen Haltegriffen positioniert ist. An der Oberseite



Ullrich Dittler

Das in diesem Beitrag vorgestellte »STXL-11002 Self-Guiding Filterwheel Pro Package« umfasst neben der monochromen STXL-11002 das Filterrad FW 8G und einen LRGB-Filterersatz sowie einen H-Alpha-,

SII-, OIII- und einen Clear-Filter. Das Paket enthält zudem ein Netzteil und alle Kabel, eine Drei-Zoll-Adapterplatte, die Steuersoftware CCDOps sowie eine Demoverision von TheSky.

Im Überblick: Die STXL-11002 von SBIG

Die gekühlte monochrome Vollformat-Astro-CCD-Kamera ist mit verschiedenen Filterrädern (FW8S oder FW8G) und Filtersätzen erhältlich. Wegen ihrer Empfindlichkeit eignet sie sich besonders für die Deep-Sky-Fotografie.

Technische Daten

Sensortyp:	CCD-Chip vom Typ Kodak KAI-11002M
Chipgröße:	4008 × 2672 Pixel, die einen Aufnahmesensor mit Kantenlängen von 36 × 24,7 mm bilden
Pixelgröße:	9 Mikrometer
Bilddatentiefe:	16 bit
Kühlung:	thermoelektrische Kühlung bis maximal 60 Grad Celsius unter Umgebungstemperatur; auf Wunsch Wasserkühlung erhältlich
Gehäuse:	152 × 152 × 125 mm großes, teilweise rot eloxiertes Metallgehäuse
Gewicht:	2 kg

Hersteller: Santa Barbara Instrument Group (SBIG), 5880 West, Las Positas Blvd, Pleasanton, CA 94588, USA

Kurzbeurteilung

- + solide und hochwertige Ausstattung
- + bewährter Chip mit guter Empfindlichkeit in den für die Deep-Sky-Fotografie relevanten Wellenlängen
- + modulares Konzept ermöglicht Zusammenstellung nach individuellen Anforderungen
- + bewährte und ausgereifte Software
- Kabelanschlüsse nicht verschraubt und Kabelführung von Guider/Filterrad zu Kamera nicht innen liegend

Preis: je nach gewähltem Ausstattungspaket zwischen 7139 und 10 860 Euro

Bezugsquelle: Die Firma Baader Planetarium, Zur Sternwarte, D-82291 Mammendorf, ist Generalimporteur für Deutschland, Österreich und die Schweiz. Sie stellte uns die CCD-Kamera mit dem beschriebenen Ausstattungspaket »STXL-11002 Self-Guiding Filterwheel Pro Package« für diesen Beitrag leihweise zur Verfügung.



Ullrich Dittler

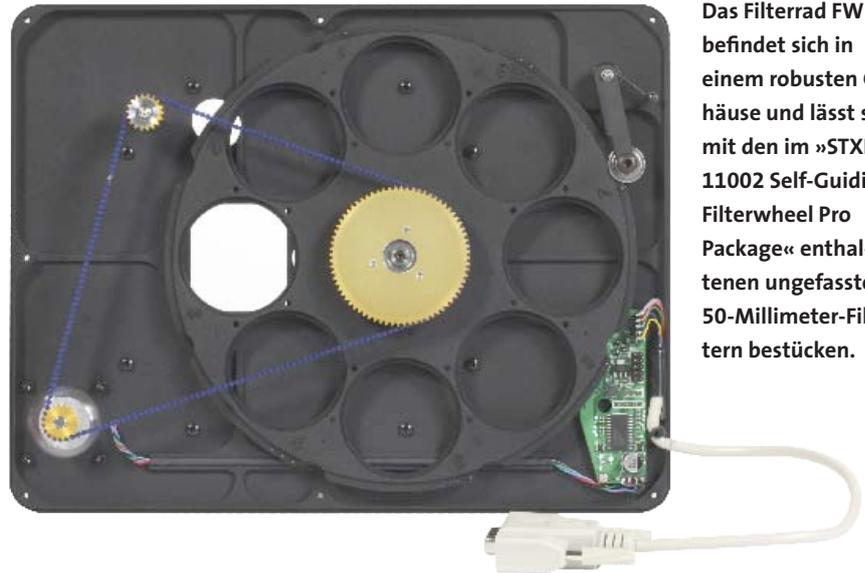


Die Kamera STXL-11002 bietet vielfältige Anschlussmöglichkeiten. Auf der Rückseite ihres Gehäuses befindet sich ein großer Lüfter.

des Gehäuses bietet die Kamera die Anschlussmöglichkeit für eine auf Wunsch erhältliche Wasserkühlung. An der Unterseite befindet sich zudem eine Stromverbindung (12 Volt), ein Ethernetanschluss, ein I2C-Port als Spannungs- und Datenanschluss für Zubehör, ein USB2.0-Anschluss und ein Guider-Ausgang. Zudem ist an der Unterseite auch die Anschlussmöglichkeit für den externen STT/STXL-Guiding-Kopf oder den Nachführ-Chip des Filterrads zu finden.

Im Inneren der STXL-11002 arbeitet die monochrome Version des KAI-11002 von Kodak. Dieser Vollformatchip verfügt über 4008×2672 Pixel, deren quadratische Pixel bei einer Kantenlänge von neun Mikrometern einen Aufnahmesensor mit den Kantenlängen von $36 \times 24,7$ Millimetern ergeben; die Diagonale des Chips beträgt damit 43,6 Millimeter. Der verwendete Elf-Megapixel-Chip zeichnet sich durch ein Anti-Blooming-Gate aus und erreicht bei 500 Nanometern seine maximale Quanteneffizienz von 50 Prozent. Während im Bereich von rund 450 Nanometern (Blau) die Quanteneffizienz nur wenig unter 50 Prozent sinkt, liegt sie bei 550 Nanometern (Grün) bei rund 45 Prozent und sinkt bei 600 (Rot) unter 40 Prozent. Bei 656 Nanometern (H-Alpha) beträgt sie nur noch 30 Prozent.

Die Pixel eines aufgenommenen Bildes lassen sich zu größeren Einheiten, so genannten Bins, zusammenfassen. Ein solches »Binning« ist mit 2×2 , 3×3 und 9×9 Pixeln möglich. Auf diese Weise lässt sich die Kamera für die Nutzung an der genutzten Optik optimieren. Als Zeitdauer für das Herunterladen eines nicht gebinnerten Bildes gibt der Hersteller 6,3 Sekunden an, für den Fokusbetrieb werden die Bilder innerhalb einer Sekunde über die USB- oder die Netzwerkschnittstelle auf den angeschlossenen Rechner übertragen.



Das Filterrad FW 8G befindet sich in einem robusten Gehäuse und lässt sich mit den im »STXL-11002 Self-Guiding Filterwheel Pro Package« enthaltenen ungefassten 50-Millimeter-Filtern bestücken.



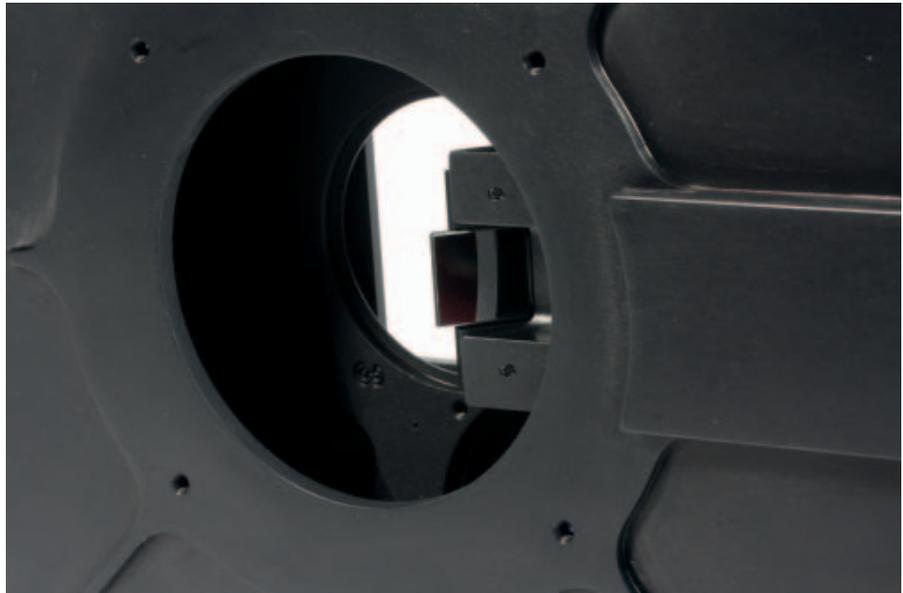
Der Aufnahmechip kann thermoelektrisch bis zu 60 Grad unter die Umgebungstemperatur gekühlt werden, wobei die gewählte Temperatur während der Aufnahme auf 0,1 Grad Celsius konstant gehalten wird. Eine noch tiefere Kühlung des Chips ist über die optional erhältliche Wasserkühlung möglich. Die ohne Filterrad 2000 Gramm wiegende Kamera verfügt zudem über einen beleuchteten mechanischen Shutter, der die Aufnahme von Dunkelbildern vereinfacht.

Wie alle SBIG-Kameras eignet sich auch die STXL-11002 sowohl für den mobilen als auch für den stationären Einsatz. Optimiert wurde sie zudem für den Remote-Betrieb: Die Kamera lässt sich nicht nur ganz traditionell über den USB2.0-Anschluss steuern, sondern sie verfügt auch über einen Ethernetanschluss und einen integrierten Webserver. Auch die Möglichkeiten der kamerainternen Bildverarbeitung wurden erweitert. Beispielsweise kann der Anwender unerwünschte »Hotpixel« vom Bild eliminieren lassen, um so schon optimierte Bilder von der Kamera auf seinen Rechner herunterladen zu können. Für diese Korrektur stehen acht unterschiedlich intensive Verarbeitungsstufen zur Wahl.

Das Filterrad FW8G

Für die STXL-11002 sind zwei unterschiedliche Filterräder verfügbar. Sie bieten jeweils Platz für acht Filter – beispielsweise für ungefasste, runde 50-Millimeter-Filtergläser oder für gefasste Zwei-Zoll-Filter. Das Filterrad FW8S wird als Standardfilterrad bezeichnet und besitzt keinen vor den Filtern platzierten Nachführchip, während in das als FW8G bezeichnete Modell ein Chip vom Typ KAI-0340 mit 640×480 Pixeln integriert ist, die jeweils eine Kantenlänge von 7,4 Mikrometern aufweisen.

Ein vor den Filtern sitzendes Prisma führt das Licht seitlich aus dem Strahlengang zum Nachführchip. Im Filterrad sitzt hinter dem Prisma ein Linsensystem, das gleichzeitig als 0,7-fach-Reducer wirkt und damit für die Nachführeinheit ein größeres und helleres Feld liefert, was die Suche nach einem Leitstern erleichtert. Der optische Aufbau des FW8G ist besonders bei der Verwendung von Licht schluckenden Schmalbandfiltern vorteilhaft. Auch beim automatisierten Abarbeiten von Belichtungsreihen mit verschiedenen Filtern kann so die Einstellung für die Nachführung stets unverändert bleiben.



Ulrich Dittler

Ein im Filterrad befindliches Prisma leitet einen Teil des Lichts seitlich aus dem Strahlengang hinaus zu einem Nachführchip.

Die Kommunikation zwischen Filterrad und Kameragehäuse findet über zwei außen liegende Kabel statt: über ein HDMI-Kabel, das die Bilddaten des Nachführchips an die STXL liefert und über ein mit klassischen D-Sub-Steckern angeschlossenes Kabel, das die Steuerbefehle von der Kamera an das Filterrad weitergibt.

Es bleibt zu hoffen, dass Kamera, Filterrad und Nachführeinheit in einer kommenden Entwicklungsstufe konstruktiv noch enger miteinander als Einheit geplant werden. Bei zukünftigen Kameramodellen sollte die Verkabelung zwischen den einzelnen Komponenten innerhalb des Gehäuses verlaufen. Beide Filterräder sind mit der Funktion »Micron Precision« ausgestattet, die es gestattet, die Filter stets in exakt gleicher Weise vor der Linse zu positionieren – dies erleichtert für den Anwender die Arbeit mit Flatfield-Bibliotheken ganz erheblich. Um eine optimale Nachführung mit dem jeweils verwendeten Teleskop zu ermöglichen, verfügt das Filterrad an seiner Unterseite über zwei Dreh- und Justierschrauben: Mit der einen lässt sich die Position vor beziehungsweise neben dem Aufnahmechip stufenlos verändern, und die zweite Schraube ermöglicht das Einstellen der Bildschärfe des Guiders – unabhängig vom Bild auf dem Aufnahmechip.

Während sich die für Nikon- und Canon-Objektive verfügbaren Objektivadapter am Standardfilterrad FW8S nutzen lassen, erlaubt die – bedingt durch den

vorgelagerten Guiding-Chip notwendige – dickere Bauart des FW8G nicht mehr die Verwendung von Kameraobjektiven. Hierfür ist zumindest der Austausch der vorderen Filterabdeckung notwendig; diese ist separat erhältlich.

Neben den beiden Filterrädern ist als Zubehör zur STXL-11002 auch der angesprochene externe STT/STXL-Guiding-Kopf erhältlich. Zudem stellte SBIG auf dem Northeast Astronomy Forum 2013 mit dem AO-X eine adaptive Optik vor, die gleichermaßen für die STX- und STXL-Kameras entwickelt wurde.

Die STXL-11002 im nächtlichen Einsatz

Für diesen Beitrag wurde uns eine STXL-11002 im »STXL-11002 Self-Guiding Filterwheel Pro Package« zur Verfügung gestellt. Neben einer monochromen STXL-11002 beinhaltet dieses Set das vorgestellte Filterrad FW8G sowie einen LRGB-Filtersatz, einen H-Alpha-Filter mit sieben Nanometer Halbwertsbreite, SII- und OIII-Filter und einen Clear-Filter – jeweils als ungefasste 50-Millimeter-Filter.

Die Kamera wird in einem stabilen Pelicase-Koffer geliefert. Zum Paket gehören ferner ein Netzteil, die erforderlichen Kabel, eine Drei-Zoll-Adapterplatte sowie eine Software-/Treiber-CD, die neben CCD-Soft (Version 5) zur Steuerung der Kamera und der Aufnahmen auch eine Demoverision der Planetariumssoftware TheSky (Version 5, Level 2) bietet.



Andere Pakete enthalten wahlweise nur die STXL-11002-Kamera oder die Kamera und das Filterrad FW8S, das über keinen internen Guider verfügt – oder sie enthalten die Kamera, das Filterrad mit Guider und eine andere Filtersortierung. Die Listenpreise der Pakete liegen, je nach gewählter Ausstattung, zwischen 7139 Euro für die einzelne Kamera und 10860 Euro für die STXL-11002 mit »Self-Guiding Filterwheel Pro Package«.

Mit Hilfe der beiliegenden umfangreichen und bebilderten Dokumentation in englischer Sprache gelang es innerhalb von weniger als 15 Minuten problemlos, die Kamera und das Filterrad zu einer kompakten Einheit zu kombinieren und das Filterrad mit den Filtern zu bestücken. Zum Verbinden mit der Aufnahmeoptik steht kameraseitig ein schraubbarer Drei-Zoll-Anschluss zur Verfügung.

Die Aktivierung der mitgelieferten Software vollzieht sich in zwei Schritten: Neben der Installation der Software »SBIG Driver Checker« zum Management der Kameratreiber erfolgt auch die Installation der Kamerasteuerungssoftware CCDOps auf einfache Weise von der mitgelieferten CD. Die SBIG-eigene Software CCDOps bie-

tet die notwendigen und üblichen Funktionen zur Steuerung der Astro-CCD-Kamera: die Regelung der Chiptemperatur, das Aufnehmen von Einzelbildern und Bildserien, die Steuerung des Filterrads und weitere Funktionen können mit der Software ebenso unproblematisch erfolgen, wie das automatische oder nachträgliche Aufnehmen von Dunkelbildern. Die Kamera lässt sich aber selbstverständlich auch in Kombination mit Softwarepaketen von Drittanbietern betreiben.

Ehe ich mit den ersten nächtlichen Aufnahmen von Deep-Sky-Objekten beginnen konnte, musste ich einmalig die Position des Umlenkprismas im Filterrad für die Kamera-Teleskop-Kombination justieren, um sicherzustellen, dass ein ausreichend großer Teil des Bildes zur Nachführkamera umgelenkt wird – und dies ohne dass das Prisma im Filterrad zu einer Abschattung auf dem Aufnahmechip der STXL-11002 führt. Dieser Arbeitsgang ließ sich mit Hilfe der genannten Justiermöglichkeit an der Unterseite des Filterrads recht schnell und unkompliziert durchführen.

Nach der Fokussierung des Teleskopbildes auf dem Chip der STXL-11002 war – ebenfalls einmalig – noch das Bild

der Nachführkamera zu fokussieren. Dies geschah über die genannte zweite Justiermöglichkeit an der Filterradunterseite.

Sind Aufnahmechip und Nachführchip der Filter-Kamera-Kombination fokussiert und justiert, so kann die nächtliche Aufnahmeserie gestartet werden: Das Einstellen der Chiptemperatur, die Auswahl des zu verwendenden Filters und das Starten der ersten Aufnahme für die exakte Fokussierung – dies alles unterstützt CCDOps auf einfache Weise, ebenso die Auswahl eines Leitsterns sowie das Kalibrieren und Starten der Nachführkontrolle.

Die STXL-11002 kühlte den großen Aufnahmechip innerhalb weniger Minuten auf die gewählte Temperatur herunter und hielt diese über die gesamte Nacht hinweg auf 0,1 Grad Celsius genau. Um nicht den Ventilator mit maximaler Drehzahl laufen zu lassen, wählte ich stets eine Temperatur von 50 Grad Celsius unter der Umgebungstemperatur.

Aufnahmeserien erstellt und speichert die Kamera mit Hilfe der Software automatisch; die Bilder im unkomprimierten SBIG-eigenen Format belegen jeweils rund 21 Megabyte. Bedingt durch die Funktion »Micron Precision« ist das vom Vorgän-



germodell STL-11000 bekannte leichte Surren beim Filterwechsel einem deutlicher hörbaren Geräusch gewichen, wobei sich nun auch das Einrasten des Filterrads an der exakten Position eindeutig vernehmen lässt. Weitere Funktionen und Zustände der Kamera werden jederzeit über die neun Status-LEDs an der Kameraseite angezeigt.

Mehrere Nächte lang widmete ich mich mit der Kamera am Teleskop meiner Leidenschaft – der Schwarz-Weiß-Fotografie von Nebelgebieten im H-Alpha-Licht des Wasserstoffs (siehe Bilder oben). Als Ergebnis zeigte sich, dass die Zuverlässigkeit und Bildqualität der STXL-11002 im nächtlichen Einsatz uneingeschränkt überzeugen können.

Gelungene Weiterentwicklung

Mit der STXL-11002 hat der US-amerikanische Hersteller SBIG eine erfolgreiche, bewährte Kamera überarbeitet und sie durch die Positionierung des internen Guiding-Chips vor dem Filterrad zeitgemäß weiterentwickelt. Im Zentrum des modularen Aufbaus aus Kamera und Zubehör steht der erfolgreiche Chip Kodak KAI-11002M, um den herum sich Amateurastronomen

individuell ihr Paket aus Kamera und Filterrad – gegebenenfalls mit externer Kühlung oder zusätzlichem externem Guiding-Kopf und passendem Filtersatz – zusammenstellen können.

Der hochwertigen Verarbeitung aller Bauteile und auch der Software sieht man die langjährige Erfahrung des Herstellers im Bereich der Astrofotografie an. Während die alte STL-11000 standardmäßig mit einem integrierten Filterrad für fünf Filter ausgeliefert wurde, bietet die STXL-11002 nun ein Filterrad für acht Filter. Dies ermöglicht es gleichzeitig, LRGB- und Schmalbandfilter im Filterrad zu belassen; es führt aber auch dazu, dass das Gehäuse des Filterrads nun deutlich größer und die STXL-11002 mit Filterrad nicht mehr so kompakt ist.

Insgesamt präsentiert sich die STXL-11002 als leistungsstarke Kamera in neuem und zeitgemäßem Gewand. Sie zählt dank ihres bewährten Chips, der hohen Kühlleistung und der soliden Verarbeitung aktuell zweifellos zu den besten Werkzeugen für Amateurastronomen, welche die große Vielfalt nächtlicher Deep-Sky-Objekte fotografisch festhalten möchten.

Kontrastreich heben sich die feinen Filamente der galaktischen Nebel Sharpless 190 und 199 im H-Alpha-Licht vor dem dunklen Hintergrund ab. Zur Fotografie nutzte Ullrich Dittler die STXL-11002 an einem Triplet-Ortho-Apochromaten TOA-130 von Takahashi.



ULLRICH DITTLER betreibt eine Privatsternwarte und publiziert regelmäßig Beiträge zur Astrofotografie. Seine Sternwarten sind unter den folgenden Internetadressen zu erreichen:

www.sternenstaub-observatorium.de,
www.sonnenwind-observatorium.de und
www.exoplaneten-observatorium.de.

Literaturhinweise

Bressler, P.: Die CCD-Kamera STL-11000M von SBIG. In: *Sterne und Weltraum* 10/2005, S. 66–71

Dittler, U.: Eine vielseitige CCD-Kamera: Die STF-8300 von SBIG. In: *Sterne und Weltraum* 1/2013, S. 86–92