

Mit einem C8 auf Astro-Safari

a) Die Ausrüstung

Seit 1990 gehöre ich auch zum Kreis der vielen, zufriedenen Besitzer eines C8. Das Teleskop sitzt auf einer parallaktischen Montierung (GP von Vixen) mit elektronischer Nachführung. 2001 kam noch eine Digitalkamera (ST-237 von SBIG) hinzu, mit der ich mein Teleskop, das zuvor hauptsächlich zur visuellen Beobachtung verwendet wurde, zur Astrokamera umrüstete.

Das C8 ist eine Schmidt-Cassegrain Optik des amerikanischen Teleskopherstellers Celestron. Seit mehr als 20 Jahren sind Teleskope dieser Marke unter Amateuren weit verbreitet. Die Vorteile liegen auf der Hand. Relativ große Öffnung (203mm) bei kurzer Bauweise machen das C8 zu einem äußerst reisetauglichen Teleskop. Mit einem Telekompressor kann das Öffnungsverhältnis von 1:10 auf bis zu 1:3.3 reduziert werden. In Kombination mit einer CCD Kamera wird aus dem Teleskop so eine lichtstarke Astrokamera. Die hohe Sensitivität der CCD Detektoren erlaubt relative kurze Belichtungszeiten, wodurch viele Objekte pro Nacht aufgenommen werden können. Die Qualität der gewonnenen Daten kann dank online Datenreduktion nach Ende der Belichtung sofort überprüft werden, während bereits das nächste Objekt aufgenommen wird. So kann eine Nacht optimal genutzt werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Sekundärspiegel des C8 auszubauen und die CCD in die Brennebene des Primärspiegels zu setzen. So ergibt sich ein Öffnungsverhältnis von 1:2 und ein noch größeres Gesichtsfeld. Durch die relativ kleine Fläche des CCD Chips spielen Abbildungsfehler, verursacht durch das relativ große Öffnungsverhältnis keine Rolle, da nur Licht nahe der optischen Achse detektiert wird.

Die Auflösungs Grenze des C8 ist mit ca. 0.6'' ausreichend, um unter Standardbedingungen all das zu erkennen, was das Seeing der Atmosphäre (ca. 1'') zulässt. Bei Verwendung der Digitalkamera ST-237 erreicht man mit $f/D=20$ am C8 eine Pixelskala von 0.25''/Pixel. Damit kann das Auflösungsvermögen der Optik voll ausgenutzt werden. Der Aufnahme von Planeten, Sonne und Mond steht damit nichts mehr im Weg. Voraussetzung dazu sind nur gutes Seeing und extrem kurz gewählte Belichtungszeiten. Die Verwendung gekühlter und damit rauscharmer CCDs liefert Bilder optimaler Auflösung mit einem guten S/N. Leider ist die erste obige Bedingung meistens nicht erfüllt, was dazu führt, dass aus hunderten geschossenen Bildern gerade mal ein oder zwei das Seeinglimit erreichen. Zum Glück gibt es Software, die die Suche nach den besten Bildern wesentlich erleichtert.

Neben der Fotografie heller Objekte eignet sich das C8 auch hervorragend, um lichtschwache, großflächige Objekte aufzunehmen. Das mit der ST-237 ausgestattete C8 lässt bereits nach wenigen Minuten Sterne der 17. Größenklasse auf dem PC-Monitor erscheinen, was die Fotografie von schwachen Galaxien, Kugelsternhaufen und Gasnebeln erlaubt. Die dabei erreichbare Auflösung ist geringer als bei der Fotografie von hellen Objekten. Der Verlust an Auflösung rührt von den längeren Belichtungszeiten und der in dieser Zeit variablen Atmosphäre

her. Geringere Auflösung bedeutet gleichzeitig auch einen Verlust an Grenzgröße. Umso besser das Seeing, desto schwächere Sterne können noch detektiert werden. Unter guten Bedingungen kann man auf länger belichteten Aufnahmen Auflösungen von 1'' erreichen. Unter Standardbedingungen liegt die Auflösung zwischen 1 und 2''. Durch die richtige Wahl des Öffnungsverhältnisses kann man die Optik dahingehend optimieren. Eine Pixelskala von 1''/Pixel ist unter normalen Bedingungen ausreichend.

Künstliche Himmelsaufhellung (aber auch natürliche, z.B. der Mond), wie sie überall in Europa zu finden ist, kann dank der Eigenschaften von CCDs gut kompensiert werden. Man muss bei entsprechender Lichtverschmutzung einfach nur länger belichten, um brauchbare Resultate zu erzielen.

Natürlich gehört zu einer für die Astrophotographie tauglichen Ausrüstung auch eine Montierung, mit der die Nachführung des Teleskops (Ausgleich der Erddrehung) möglich ist. Am besten wird hierzu eine parallaktische Montierung verwendet. Bei Alt-Azimut Montierungen muss zum einen in zwei Achsen nachgeführt und zweitens noch ein Bildfeldrotator verwendet werden. Gabelmontierungen erlauben zwar eine Nachführung in nur einer Achse, weisen aber meist eine schlechtere Stabilität auf. Die Stabilität einer Montierung ist besonders wichtig und sollte auf gar keinen Fall unterschätzt werden. Meist liegen gute Beobachtungsorte auf Hochplateaus oder Berggipfeln, Orte an denen hohe Windgeschwindigkeiten keine Seltenheit sind. Eine Montierung muss also zum einen eine gute Nachführung ermöglichen, die Belichtungszeiten von mehreren Minuten erlaubt. Zum anderen muss sie auch stabil gegen Erschütterungen jeglicher Art sein, damit eine Integration auch keiner Windbö zum Opfer fällt. Die GP von Vixen (plus Windschutz!) hat mir dabei immer gute Dienste geleistet.

b)Die Astro-Safari

Den größten Teil aller bekannten Galaxien, Sternhaufen und Gasnebel des Nordhimmels konnte ich bereits von Deutschland aus mit dem C8 und der ST-237 aufnehmen (siehe Bild2 bis 5). Leider stehen viele interessante Himmelsobjekte am Südsternhimmel und sind von Deutschland aus gar nicht oder nur unter hoher Luftmasse zu beobachten.

2002 unternahm ich deshalb eine Reise nach Namibia, um im südlichen Afrika auch diese Objekte im Bild festzuhalten (siehe Bild6 bis 12). Aus Witterungsgründen plante ich meine Astrosafari für den Monat August, da der Namibianische Winter deutlich bessere Wetterstatistik aufweist, als der dortige Sommer. Der Winter ist in Namibia Trockenzeit, der Sommer dagegen Regenzeit. Die Entscheidung, im August zu reisen, stellte sich im Nachhinein als Volltreffer heraus. Zwei Wochen lang perfektes, wolkenloses Wetter. Nur in einer Nacht tauchten am Westhorizont dünne Zirren auf, die die Beobachtungen aber nicht weiter störten. Der August als Reisemonat bietet zudem noch die Möglichkeit, die Milchstrasse optimal zu beobachten. Um Mitternacht läuft diese durch den Meridian und bleibt damit die ganze Nacht über gut beobachtbar.

Die Reise ging mit LTU von München direkt nach Windhoek, der Hauptstadt Namibias. Das C8 konnte in einer Sporttasche als Handgepäck transportiert werden. Montierung, Digitalkamera und Zubehör reisten mit der Kleidung im Koffer. Insgesamt lag das Reisegepäck bei ca. 38kg was trotz LTU-Card immer noch 8kg zu viel war. Trotz alledem war der Transport dank der Kulanz von LTU ohne Aufpreis möglich. Nach mehr als neun Stunden Flug und einer Stunde Wartezeit in einer langen Menschenschlange vor dem Einreiseschalter in Namibia ging es per Jeep über mehr oder weniger gute Strassen (Rütteltest für alle mitgebrachten Gegenstände) zur Farm Hakos. Umgeben von Bergen liegt Hakos (1500m über NN) ca. 80 km von Windhoek entfernt. Dort kann man neben einer Unterkunft auch schweres und damit schlecht transportierbares Astrozubehör wie Stahlsäulen und Gegengewichte mieten. Sogar eine ganze Sternwarte steht zur Benutzung bereit. Zur Photographie sollte man aber sein eigenes Astrozubehör mitbringen, um keine bösen Überraschungen zu erleben.

Die Verköstigung auf Hakos ist ausgezeichnet. Es gab frisch geschossenes Oryx (Antilopenart) in allen Variationen, dazu tolle Salate aus der Namibiaschen Küche. Neben den Hauptmahlzeiten, von denen ich nur das Abendessen wahrnehmen konnte, gab es auch einen Midnight-Lunch mit Selbstbedienung. Dieser wurde von allen anwesenden Beobachtern gern genutzt, konnte man sich doch bei einer Tasse Kaffee einwenig aufwärmen.

Nur wenige Meter von meinem Zimmer entfernt, hinter einem Windschutz versteckt, stehen die Stahlsäulen direkt neben der Sternwarte auf dem Dach der Farm. Eine 12V Spannungsversorgung steht ebenfalls zur Verfügung, mit der alle mitgebrachten Geräte betrieben werden können. Dabei liefert ein Spannungswandler alle nötigen Eingangsspannungen für die gesamte Gerätschaft. Ein Ersatzspannungswandler sollte im Reisegepäck aus Sicherheitsgründen (man weiß ja nie!) nicht fehlen.

Nach der Ankunft auf Hakos konnte sofort mit dem Aufbau des mitgebrachten Astrozubehörs begonnen werden. Die GP Montierung wurde auf die dafür vorgesehene Stahlsäule montiert. Eine entsprechende Adapterplatte für die GP Montierung und passende Gegengewichte waren vorhanden, so dass in wenigen Minuten Montierung samt C8 aufgebaut war. Kurze Zeit später war die Montierung waagrecht ausgerichtet und mit dem Gegengewicht ausbalanciert. Der Montierungsantrieb, die CCD Kamera sowie der Laptop wurden mit entsprechenden Spannungswandlern an die 12V Spannungsversorgung angeschlossen.

Nach Sonnenuntergang dauert die Dämmerungsphase nur kurz. Schon eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang ist es bereits fast völlig dunkel. In der ersten Nacht musste nun die Montierung eingesüdet werden. Anders als am Himmelsnordpol steht hier kein heller Stern (Polaris) zur Verfügung, der zur Justierung der Montierung dienen kann. Im Polsucher der GP Montierung müssen drei mittelmäßig helle Sterne nahe dem Himmelssüdpol, die in einem Dreieck angeordnet sind, für die Justierung verwendet werden. Das für mich ungewohnte Einsüden der Montierung war zu meiner Überraschung jedoch in wenigen Minuten erledigt. Danach wurde die Genauigkeit der Nachführung mit Hilfe von Belichtungsserien überprüft.

Nach getaner Justierarbeit konnte nun endlich mit der Astrophotographie begonnen werden. Dabei mussten zunächst Dunkelbilder zur Bestimmung des Dunkelstromes und Flatbilder zur Bestimmung der Pixelsensitivität aufgenommen werden. Mehrmals pro Nacht wurden Dunkelbilder bei stabilisierter Chip Temperatur aufgenommen. Die Kühlung der ST-237 liefert stabile Chiptemperaturen, die ca. 30 Grad unter der Umgebungstemperatur liegen. Als Flats wurden Bilder des heller bzw. dunkler werdenden Himmels in der Morgen- bzw. Abenddämmerung aufgenommen (Skyflats). Der Himmel stellt eine gleichmäßig ausgeleuchtete Fläche dar, die perfekt als Flatfield verwendet werden kann. Da aber immer auch Sterne mit detektiert werden, muss das Teleskop während der Aufnahmen der Flats stetig bewegt werden. Mehrere solcher Flats wurden im nach hinein noch gemittelt.

Pro Objekt machte ich mehrere Aufnahmen z.B. 30 Bilder a 30s. Nach Subtraktion des Dunkelstroms und Flatfielding der Einzelbilder, wurden diese aufaddiert. Da der verwendete CCD einen Dunkelstrom aufweist, der deutlich höher als der Himmelshintergrund ist, kann die Belichtungszeit nach oben hin begrenzt werden. Oder anders gesagt, längere Belichtungszeiten ergeben das gleiche Resultat, wie eine Summe aus kürzer belichteten Aufnahmen. Aus Versuchen ergab sich, dass bei der ST-237 Belichtungszeiten von ca. 30s bereits ausreichend sind. Eine 900s Belichtung ist genau so gut wie eine 30x30s Belichtung. Die Grenzgröße des C8 bei $f/D=3.3$ und 15 Minuten Belichtungszeit liegt bei ca. 18.5 mag ($S/N=5$). Es handelt sich nur um einen Näherungswert, der vom Seeing und vom Spektraltyp des jeweiligen Sterns (Aufnahme ohne Filter!) abhängig ist.

In insgesamt 12 Nächten konnte ungestört durch Wolken oder Mond beobachtet werden. Die Nachtlänge betrug ca. 11 Stunden. Aufnahmen ohne Filter nahmen den größten Teil der Beobachtungszeit in Anspruch. Kugelsternhaufen wurden generell nur 10 Minuten belichtet, Galaxien und offene Haufen mit Nebel dagegen 15 Minuten. Die hellen und bekannten Objekte des Südsternhimmels wurden in Farbe aufgenommen. Dabei kam das integrierte Farbfilterrad der ST-237 zum Einsatz. Aufnahmen mit roten, grünen und blauen Filtern sowie ein Lumineszenz-Bild ohne Filter wurden nacheinander erstellt. Die Belichtungszeit betrug bei Aufnahmen mit Filter nur 5 Minuten, beim Lumineszenz-Bild dagegen 15 Minuten. Im LRGB Verfahren wurde daraus dann das Farbbild erzeugt. Hierbei liefert ein rauschernes s/w Bild die Helligkeitsinformation des beobachteten Objektes. In den Aufnahmen mit Rot-, Grün- und Blaufilter steckt die Farbinformation.

Ein angenehmer Vorteil der digitalen Astrophotographie ist wohl das automatisierte Arbeiten mit einem PC. Ist das Objekt einmal eingestellt und zentriert, übernimmt der PC die Aufgabe der Datenaufnahme und der online Datenreduktion. Diese Zeit nutzte ich immer, um mit einem Feldstecher die Milchstrasse zu beobachten.

Wer das Glück hat, in der Nähe der Alpen zu wohnen, kennt sicher den fantastischen alpinen Nachthimmel. Auch die Milchstrasse lässt sich von dort aus hervorragend beobachten. Dennoch ist dieser Anblick bei weitem nicht so beeindruckend

wie von Namibia aus. Dafür gibt es zwei Gründe. Zum einen herrscht in den Alpen ebenfalls etwas Lichtverschmutzung. Hohe Wolken (Zirren) erscheinen hell und heben sich vom dazu dunkleren Nachthimmel ab. Zum anderen stehen die hellen Teile der Milchstrasse tief am Himmel. In Namibia dagegen kulminiert das Milchstraßenzentrum im Zenit. Alle hellen, auffälligen Partien der Milchstrasse sind hoch am Himmel beobachtbar. Mit einem Feldstecher kann man über die Milchstrasse hinweg wandern. Unzählbar viele offenen Haufen und Gasnebel sind problemlos auszumachen. Im Laufe der Nacht dreht sich das Band der Milchstrasse über dem Beobachter hinweg. Morgens liegt es dann schließlich als Ring am Horizont. Dieser 360° Rundumblick auf die Milchstrasse ist besonders beeindruckend. Dank der extrem trockenen und klaren Luft können Sterne bis zum Horizont hinunter beobachtet werden. Verschwinden sie schließlich, so ist das, als würde jemand sie einfach wie eine Lampe ausknipsen.

Eine weitere Besonderheit ist der natürliche, dunkle Sternenhimmel über dem afrikanischen Kontinent, ein Naturschauspiel, das es in Deutschland leider nicht mehr gibt. Hohe Wolken zeichnen sich als dunkle Schleier vor einem dazu helleren Himmel ab. Lichtquellen, die die Wolken von unten anleuchten könnten, kommen in Afrika fast nicht vor. Dieses natürliche Leuchten der Erdatmosphäre reicht für das menschliche Auge aus, um bei völliger Adaption an die Dunkelheit Gegenstände in der Umgebung zu erkennen (siehe Bild13). So kann man z.B. den Titel der Zeitschrift SUW problemlos im Licht des Himmels lesen. Um Mitternacht hebt sich deutlich erkennbar der Gegenschein vom Nachthimmel ab. Dabei handelt es sich um Licht, das an interplanetaren Staubteilchen reflektiert wird. Einige Zeit vor Einbruch der kurz währenden Morgendämmerung kündigt schließlich das helle Zodiakallicht vom baldigen Ende der Nacht. Es erscheint als hell leuchtender Pyramidenförmiger Leuchtkegel, der weit über den östlichen Horizont emporragt.

Spätestens nach Einbruch der Morgendämmerung kann damit begonnen werden, die Gerätschaft einzupacken, was ratsam ist, um das unnötiges Einstauben der Instrumente zu verhindern. Die in der Nacht gewonnenen Daten werden dann auf CD gesichert und zugleich alles für die nächste Nacht vorbereitet. Wenn die Sonne schließlich über dem Osthorizont aufgeht, fällt man müde aber zugleich zufrieden ins Bett mit der Vorfreude auf die nächste Astrosafari in der kommenden Nacht.

Bilder:



Bild1: Das C8 kurz nach dem Aufbau. Hinter dem Windschutz ist das Farmhaus von Hakos zu erkennen.



Bild2: NGC1976 und NGC1982 der helle Gasnebel im Sternbild Orion. Im Zentrum dieses Nebels findet man junge heiße Sterne die die Gasmassen zum Leuchten anregen (Trapez). (C8 f/D=3.3; ST-237; r=g=b=5min; l=15min)



Bild3: NGC3031 (M81) ist eine helle auffällige Spiralgalaxie
im Sternbild Ursa Major. (C8 f/D=3.3; ST-237; 5min)



Bild4: NGC3587 (M97) ist ein großer aber dunkler Planetarischer Nebel im Sternbild Ursa Major. Dieser ca. 2600LJ Überrest eines Sterns wird wegen seines Aussehens oft auch als Eulennebel bezeichnet.
(C8 f/D=3.3; ST-237; 5min)



Bild5: NGC1952 (M1) oder auch Krebsnebel ist ein Überbleibsel der Supernova von 1054 steht im Sternbild Taurus.
(C8 f/D=3.3; ST-237; 20min)

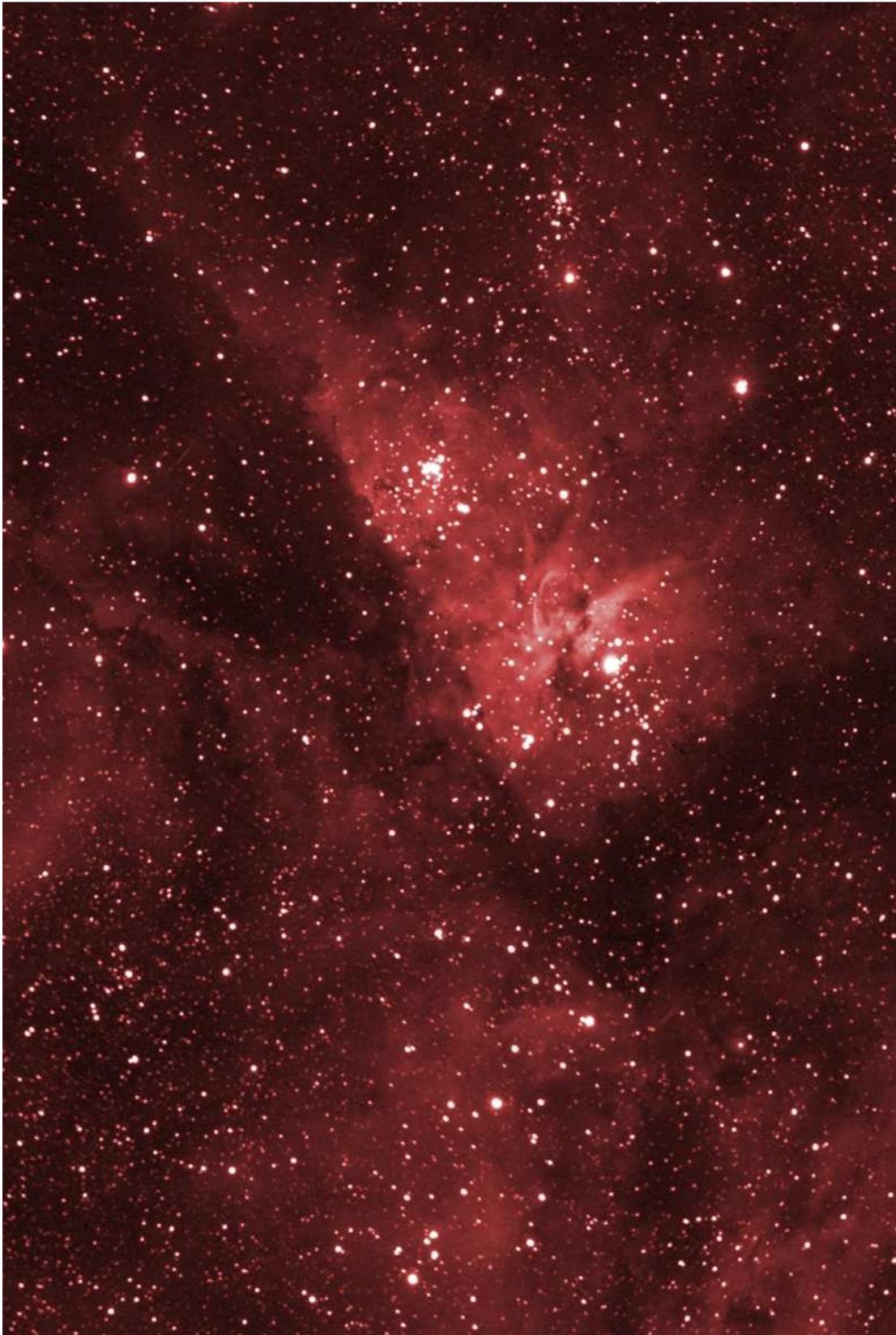


Bild6: NGC3372 ist ein diffuser Gasnebel der den Stern η Car umgibt.(C8 f/D=3.3 ; ST-237; Mosaik aus mehreren Aufnahmen mit einem Rotfilter je r=5min)



Bild7: NGC6611 (M16) und der Adlernebel im Sternbild Serpens.
(C8 f/D=3.3; ST-237; r=g=b=5min l=15min)



Bild8: NGC6514 (M20) der bekannte Trifidnebel im Sternbild Sagittarius. Dieser Nebel wird von einem Doppelstern zum Leuchten angeregt. Dieser befindet im Zentrum des Gasnebels, dort wo sich die drei dunklen Staubbänder treffen. (C8 f/D=3.3; ST-237; r=g=b=5min l=15min)



**Bild9: NGC5139 (ω -Cen) ist der größte und hellste aller Kugelsternhaufen des Nachthimmels.
(C8 f/D=3.3; ST-237; r=g=b=5min l=15min)**



Bild10: NGC104 (47Tuc) ist der zweitgrößte Kugelsternhaufen des Nachthimmels. Er steht im Sternbild Tucan nahe der kleinen magellanschen Wolke.
(C8 f/D=3.3; ST-237; r=g=b=5min l=15min)



Bild11: NGC2070 (Tarantelnebel) ist eine 1000 LJ große Sternentstehungsregion in der Großen Magellanschen Wolke (C8 f/D=3.3 ; ST-237; r=b=g=5min ; l=15min)



Bild12: NGC5128 ist auch als Radioquelle Centaurus A bekannt.
Der ausgeprägte Staubgürtel dieser aktiven Galaxie
ist vor ihrem hellen Zentrum gut sichtbar.
(C8 f/D=3.3; ST-237; r=g=b=5min l=15min)

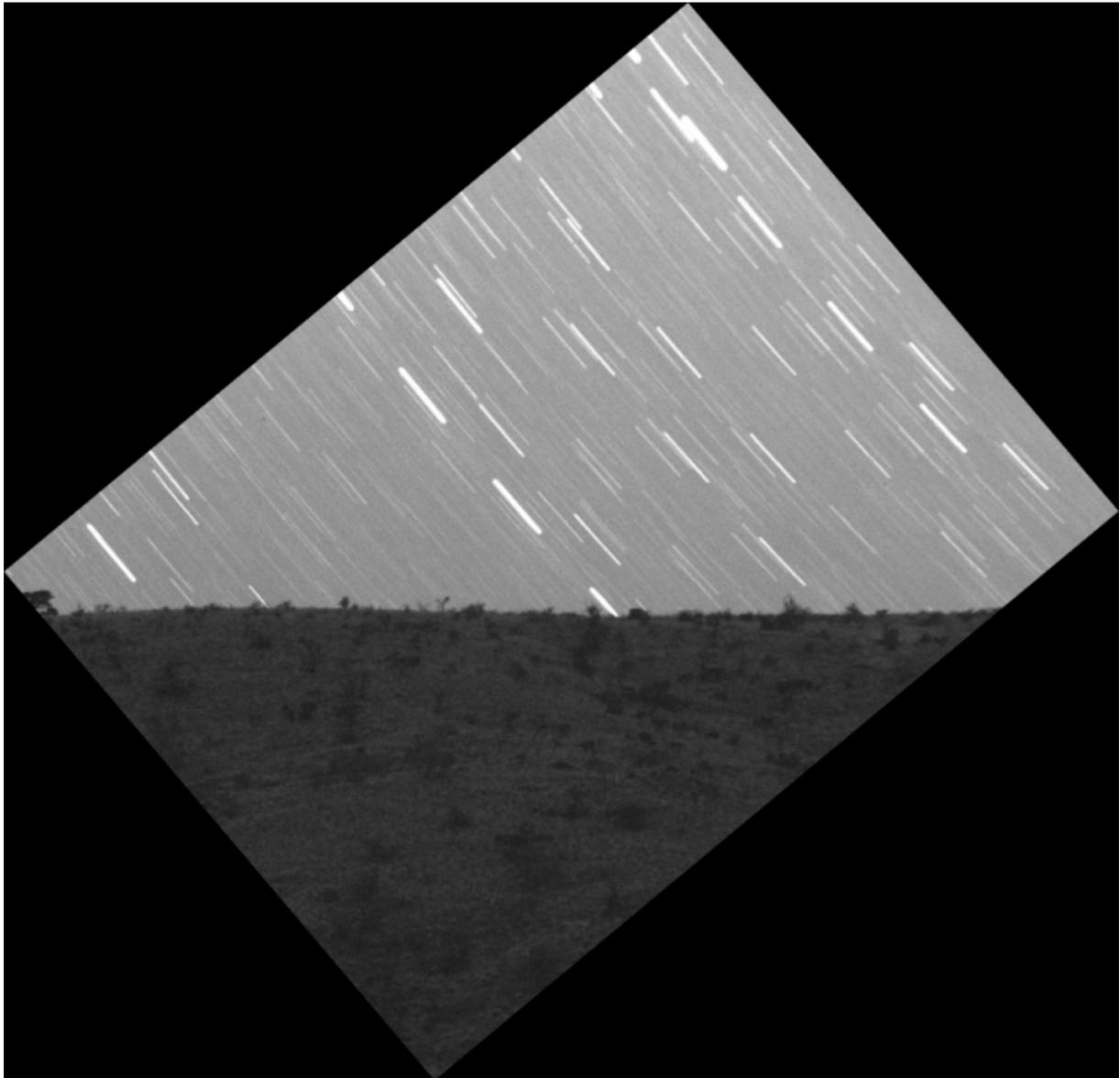


Bild13: Die Berglandschaft in der Nähe der Farm Hakos aufgenommen in einer Neumondnacht. Das Bild ist eine Addition von 4 Aufnahmen (je 3 Minuten). Dunkelbilder mit identischer Belichtungszeit wurden direkt nach jeder Aufnahme erstellt, was zu den unterbrochenen Strichspuren der Sterne führt.