

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 62 (2004)
Heft: 324

Artikel: Farbfotografie mit der Maksutov-Kamera
Autor: Blikisdorf, Hugo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-898353>

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: 29.04.2026

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

Farbfotografie mit der Maksutov-Kamera

HUGO BLIKISDORF

Der Autor betreibt seit längerem eine Maksutov-Kamera für die Schwarz/Weiss-Astrofotografie. In seinem Beitrag zeigt er, wie er diese nachträglich für den Einsatz von Farbfilmen «Rollfilmtauglich» gemacht hat und welche Ergebnisse er damit erzielte.

Der Wunsch nach einer leistungsfähigen Astrokamera verlockte mich damals, vor 30 Jahren, zum Selbstbau einer Maksutov-Kamera mit 500mm Brennweite und 160mm Öffnung [1]. Ähnlich wie bei der Schmidt-Kamera ist das Bildfeld nicht flach, sondern eine Kugelschale mit dem halben Krümmungsradius des Kugelspiegels. Dessen sphärische Abberation korrigiert eine Meniskuslinse, welche auch den Halter für die Filmkassette trägt. Die runde Filmkassette mit 65mm nutzbarem Bildfeld erfasst einen Himmelsausschnitt von 7,5 Grad. Die runden Filmstücke mit 70mm Durchmesser werden aus Planfilm ausgestanzt.

Die Kamera ist mit einem Leitrohr 100/1000 zusammengebaut. Ein Sektorantrieb sorgt für die erforderliche gleichmässige Nachführbewegung. Die Nachführkorrektur in beiden Achsen übernimmt eine optoelektronische Einrichtung am Leitrohr [2]. Mit der Grenzhelligkeit von 7.5 mag und dem grossen Gesichtsfeld der Kamera findet sich praktisch immer ein geeigneter Leit-



Fig.2: Filmkassette mit Halterung für Mittelformatfilm und Vakuumschlauch zum Ansaugen des Filmes. Nicht sichtbar ist die lichtdichte Abdeckung, welche nach Einsetzen der Filmspule über diese gestülpt wird.

Fig.1: Transportable Maksutov-Kamera 160/500 mit Leitrohr 100/1000. Montierung auf Dreibeinstativ.



stern. Ich habe diese automatische Nachführkorrektur in den vergangenen 20 Jahren sehr zu schätzen gelernt, befreit sie mich doch von der ermüdenden Nachführüberwachung und löst diese Aufgabe erst noch viel präziser. Für die Astrofotografie abseits meines Wohnortes steht ein robustes Dreibeinstativ zur Verfügung. Um bei längeren Belichtungszeiten die Bildfelddrehung zu vermeiden, sollte die Stundenachse möglichst genau auf den Himmelspol ausgerichtet sein. Gerade bei mobilen Ausrüstungen ist es wünschenswert, diese Ausrichtung rasch vornehmen zu können. Zu diesem Zweck montierte ich in die hohle Stundenachse der Montierung einen Polsucher mit Polarstern-Stundenkreis im Okular. Unter Berücksichtigung des aktuellen Stundenwinkels des Polarsterns lässt sich die Poljustierung in kurzer Zeit vornehmen. Der verbleibende Polfehler von maximal 3 Bogenminuten erlaubt Belichtungszeiten bis zu einer Stunde, ohne dass die Bildfelddrehung störend in Erscheinung tritt.

Anfänglich kamen nebst normalen S/W-Filmen auch die Spectroscopicfilme 103a-O und 103a-E zur Anwendung. Diese von Kodak speziell für die Astronomie entwickelten Filme besaßen einen Schwarzschildexponenten von 1 (kein störender Empfindlichkeitsabfall bei längeren Belichtungszeiten). Zusammen mit einem Rotfilter eignete sich der 103a-E ausgezeichnet für die Fotografie von Emissionsnebeln im roten H α -

Licht. Leider waren diese Filme recht grobkörnig. Doch bald zog ein neuer S/W-Film die Aufmerksamkeit der Astrofotografen auf sich: der Technical Pan von Kodak. In der Folge wechselte ich auf den Planfilm TP 2415 respektive TP 4415. Die hervorragenden Filmeigenschaften wie extrem feines Korn, hoher Kontrast, gute Allgemeinempfindlichkeit und erweiterte Rotempfindlichkeit über H α hinaus machten ihn zum Allroundfilm bei meinen astrofotografischen Arbeiten. Nach 20 Minuten Belichtungszeit beträgt die Grenzgrösse mit dieser Kamera 16mag. Einziger Nachteil: wegen dem Schwarzschildefekt muss der TP hypersensibilisiert werden, um auf die schwachen Lichtintensitäten ansprechen zu können. Diesen Umweg über die Gas-Sensibilisierung nehme ich aber gerne in Kauf – der Detailreichtum in den abgebildeten Himmelsobjekten ist Entschädigung genug.

Erste Versuche mit Farbfilmen liegen schon 20 Jahre zurück und beschränkten sich auf das Kleinbildfor-

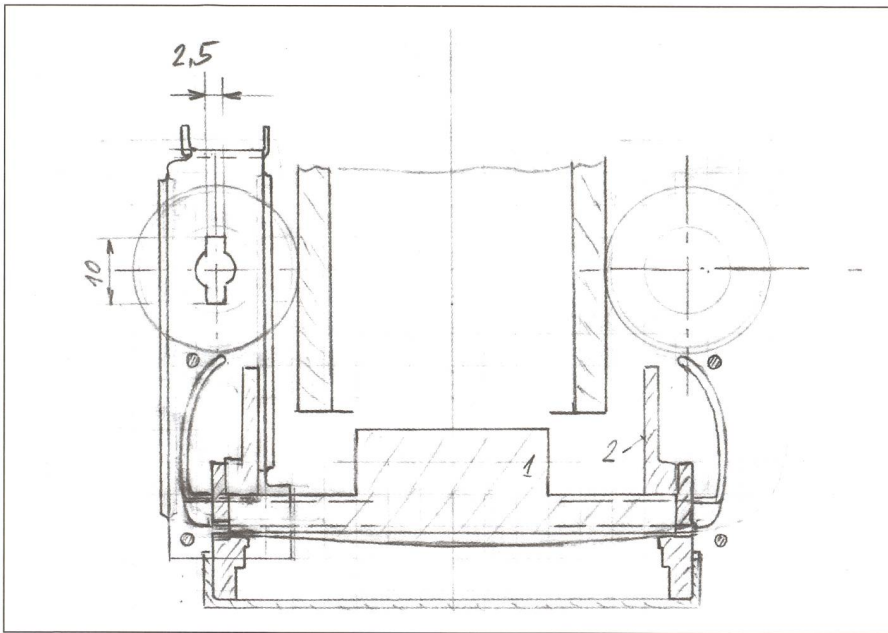


Fig. 3: Schnittzeichnung der Filmkassette mit Filmdurchlass und Anordnung der Filmspulen.

mat. Die damaligen Ergebnisse mit dem Fujichrome RD 100 waren vielversprechend. Wirklich lohnend konnte die Farbfotografie mit dieser Kamera aber erst werden, wenn auch das ganze Bildfeld von 65mm Durchmesser genutzt werden konnte. Vor einigen Jahren nahm ich diesen Gedanken wieder auf. Wie aber sollte die Farbentwicklung der Filmstücke vor sich gehen? Während die S/W-Filmrondellen in der Entwicklerdose einfach verarbeitet werden können, ist der Aufwand bei Farbmaterial beträchtlich grösser. Das Zerschneiden des Filmmaterials wie bei den S/W-Filmen kam daher nicht in Frage.

Der Ausweg aus diesem Dilemma führte zur Verwendung von Mittelformatfilm im 120er- respektive 220er-Format. Die Idee war, diesen Film gemäss seiner Bestimmung als Rollfilm zu belichten und dann im Fotohandel ganz normal entwickeln zu lassen. Dazu war die Konstruktion eines speziellen Kassettenringes mit Schlitzöffnungen für den Filmdurchlass sowie eine Halterung für die Filmspulen nötig. Die kugelförmig gewölbte Filmauflage rüstete ich nachträglich noch mit einer einfachen Vakuumeinrichtung nach, welche den Film während der Belichtung satt ansaugt. Dazu genügt bereits ein schwacher Unterdruck. Nach den ersten Belichtungsreihen mit Rollfilm stellte sich nämlich heraus, dass das dünne Filmmaterial infolge Feuchtigkeitsaufnahme während der Belichtung zur Aufwölbung neigt, was zu beträchtlichen örtlichen Unschärfen führte. Beim Technical Pan 4415 mit seiner etwas dickeren Trägerschicht (Planfilm ESTAR thick base 0,18mm) ist mir ein solcher Effekt nie aufgefallen. Diese Vakuumeinrichtung

ist allerdings nur beim 220er-Rollfilmformat (ohne den rückseitigen Papierstreifen) mit Erfolg anwendbar. Beim 120er-Format befindet sich hinter dem Filmstreifen noch der Papierstreifen. Dieser wird durch den Unterdruck zwar satt an die gewölbte Filmauflage angesaugt, kann aber das Aufwölben des vorgelagerten Filmes nicht verhindern.

Für die Herstellung des schwachen Unterdruckes gibt es auf dem Markt batteriebetriebene Miniatur-Vakuumpumpen, wenn man deren Preis nicht scheut (siehe [3]). Mit etwas bastlerischem Geschick geht es aber auch einfacher. Weil die abzusaugende Luftmenge sehr gering ist, fand ich nach einigem Überlegen und Experimentieren folgende simple Lösung: als Unterdruckbehälter dient eine 1,5 Liter Petflasche. In das Flascheninnere wird ein länglich geformter Ballon eingelassen, wie er in Spielzeugwaren-Geschäften erhältlich ist, und über die Flaschenöffnung gestülpt. Der Flaschenboden wird mit 2 Löchern versehen: eines für den Anschluss des Vakuumschlauches zur Filmkassette und eines für das Rückschlagventil (Velozubehör). Mit einer umfunktionierten Velopumpe, bei der die Kolbendichtung umgekehrt wurde, lässt sich die Luft mit ein paar wenigen Zügen aus der Flasche herauspumpen. Dabei wird der Ballon in das Flascheninnere gezogen und erzeugt mit seiner Elastizität genug Unterdruck, um den Film satt an die Filmauflage anzuziehen. Das Rückschlagventil ist nötig, damit die abgesaugte Luft nicht wieder in die Flasche zurückfliessen kann. 1 Liter «Vakuum» reicht für ca. 30 Minuten Belichtungszeit. Dauert die Belichtung länger, braucht es wieder ein paar Pumpenzüge...

Nach dem die neue Filmkassette für Rollfilm im Frühjahr 1999 fertiggestellt war, fehlte nur noch der geeignete Farbfilm. Die Frage lautete: welcher Farbnegativ- oder Diafilm liefert in der Astrofotografie zufriedenstellende Ergebnisse, das heisst, gute Wiedergabe der rotleuchtenden Emissionsnebel als auch der blauen Reflexionsnebel und Galaxien? Die bewährten Farbnegativfilme wie den Kodak GPY 400 oder den Fujicolor Super G 400 Plus waren im Fotohandel nicht mehr aufzutreiben oder aber im Mittelformat nicht erhältlich. Bei Fuji hatte in der Zwischenzeit die hochgepriesene REALA-Technologie mit der vierten Filmschicht Einzug gehalten. So testete ich als erstes die 3 Farbnegativfilme Fujicolor Reala 100, Fuji Superia 400 und den Kodak Portra 400 VC. Auffallend bei diesen Filmen war ihre Schärfleistung. Beim Fujicolor Reala 100 ist mit der 8-fach Lupe von der Filmkörnung praktisch nichts zu sehen, und auch die beiden 400 ASA Filme weisen ein sehr feines Korn auf. Die Sternabbildungen sind ausgezeichnet. Leider völlig unbefriedigend sind dagegen ihre Abbildungseigenschaften bei den schwachleuchtenden Emissionsnebeln. So zeigt der Fujicolor Reala 100 und der Kodak Portra 400 VC bei den rotleuchtenden Emissionsnebeln keinerlei Empfindlichkeit. Beim Fuji Superia 400 sind diese zwar erkennbar, treten aber recht schwach in Erscheinung. Ein weiterer Minuspunkt ist die bei Farbnegativfilmen übliche geringe Kontrastwiedergabe, es sei denn, das zu fotografierende Himmelsobjekt hat einen sehr grossen Helligkeitsumfang (z.Bsp. der Orionnebel M42).

In der Zwischenzeit bin ich im Internet fündig geworden und auf verschiedene Filmtests gestossen, welche meine Ergebnisse bestätigen [4]. Dort wird auch auf die paar wenigen für die Astrofotografie empfehlenswerten Farbnegativfilme hingewiesen.

Nach diesen ernüchternden Ergebnissen mit Farbnegativfilmen wendete ich mich den Diafilmen Kodak Ektachrome 200 und Ektachrome 100S zu. Hier ist das Ergebnis wesentlich erfreulicher. Die steilere Gradation des Diafilmes führt zu kontrastreichen, lebendig wirkenden Bildern. Die ausgezeichnete Rotempfindlichkeit bis H α macht den E200 besonders geeignet für die Fotografie von HII-Regionen in der Milchstrasse. Aber auch bei den blau leuchtenden Gasnebeln wie NGC1973..77

nördlich des grossen Orionnebels, den Reflexionsnebeln um die Plejadensterne oder auch bei den Galaxien brauchen sich die Ektachromefilme nicht zu verstecken. Der Himmels hintergrund wirkt neutral bis blau (und ist leider auch vom Entwicklungslabor abhängig...). Beim E100S im 220er-Format kommt wegen dem fehlenden Papierstreifen die Vakuumeinrichtung voll zum Tragen. Die Sternabbildungen sind über das ganze Bildfeld gestochen scharf. Auch ist die Detailwiedergabe wegen dem feineren Filmkorn deutlich besser als beim E200. Beide Filme haben kein Problem mit dem Schwarzschildeffekt, so dass sich eine Hypersensibilisierung erübrigt.

Die abgebildeten Aufnahmen entstanden bei der Sternwarte Cheisacher im Kanton Aargau und im oberen Emmental im Kanton Bern. Der Standort im oberen Emmental liegt im Gebiet des Rämisgummen auf 1100 m.ü.Meer, weitab von störenden Lichtquellen und grösstenteils ausserhalb der Dunstgrenze. Mit seinem dunklen Nachthimmel bis zum Südhorizont ist er für die Fotografie der Milchstrasse hervorragend geeignet. Die 1966 von Astroamateuren der Region Baden/Brugg erbaute Sternwarte Cheisacher befindet sich auf einer Fricktaler Juraanhöhe auf 670 m.ü.Meer, nur 8km nordwestlich der

Stadt Brugg gelegen. Ihre günstige Lage stellt für die Mitglieder einen idealen Kompromiss dar zwischen guter Erreichbarkeit und Beobachtungsqualität [5]. Wegen der Nähe zum Aaretal ist der Nachthimmel über dem südlichen Horizont aufgehellert, was bei der Belichtungszeit berücksichtigt werden muss. In Zenitnähe in einem Umkreis von 40 Grad Zenitdistanz ist dieser aber immer noch samt schwarz und erlaubt auch langbelichtete Astroaufnahmen. Weil dieser Standort im Anfluggebiet des Flughafens Zürich-Kloten liegt, muss der Nachthimmel abends bis 23h während der Belichtung aufmerksam nach Flugzeugen abgesucht und im Störfalle die Belichtung kurz unterbrochen werden.

Die Astroaufnahmen auf Mittelformatfilm liess ich im Fotohandel bei mittlerer Auflösung von 1100 dpi (Bildpunkte pro inch) einscannen und auf eine CD brennen. Die Bildeigenschaften sind: 3000x2400 Pixel, 24 bit RGB, 21 MByte. Die weitere Verarbeitung erfolgte auf dem PC mit dem Bildbearbeitungsprogramm ‚Micrografx Picture Publisher 8‘. Mit den Bildfunktionen ‚Kontrast/Helligkeit‘ und ‚Farbausgleich‘ wurde zur besseren Visualisierung das Rot der Emissionsnebel und der Gesamtkontrast der Aufnahmen angehoben.

Abschliessend kann ich sagen, dass sich der Aufwand für die Rollfilmtauglichkeit gelohnt hat. Auf dem Leuchtpult betrachtet offenbaren die Sternfeldaufnahmen ihre ganze himmlische Pracht – und lassen den Aufwand vergessen. Interessant wäre noch ein Vergleich der Ektachrome-Filmeigenschaften mit jenen der Diafilme von Fuji – dies vielleicht zu einem späteren Zeitpunkt.

HUGO BLIKISDORF

Kirchweg 18b, CH-5417 Untersiggenthal

Bibliographie

- [1] ORION 157 (1976), Selbstbau einer Maksutov-Kamera
- [2] ORION 202 (1984), Eine optoelektronische Nachführung für die Langzeitastronomie
- [3] Sterne und Weltraum, Februar 2004, S.74: Filmansaugvorrichtungen
- [4] Nützliche Internetadressen zur Astrofotografie: www.sternenphoto.de
Astrophotography by Stefan Binnewies & Jens Moser. www.astropix.com
Astrophotography by Jerry Lodriguss. starmatt.com
Matt BenDaniel, Astrophotograph
- [5] Weitere Informationen zu Geschichte, Verein, Beobachtungstätigkeit etc. der Sternwarte Cheisacher sind auf der Homepage www.cheisacher.ch abrufbar.

Fig.4: Sternfeld östlich von Deneb im Schwan, mit dem Nordamerika- und Pelikannebel NGC 7000 resp. IC 5067. Maksutov-Kamera f=500mm, 45 Min. belichtet auf Ektachrome E100S Rollfilm 220. 18.7.2001, Sternwarte Cheisacher, Sulz.



Fig.5: Sternfeld im Schwan mit Cirrusnebel NGC 6992 und 6960. Maksutov-Kamera f=500mm, 55 Min. belichtet auf Ektachrome E100S Rollfilm 220. 14.8.2001, Sternwarte Cheisacher, Sulz.





Fig. 6: Sternfeld in den Zwillingen mit dem Supernova-Ueberrest IC 443 in der Bildmitte, dem Emissionsnebel NGC 2174 rechts unten und dem Sternhaufen M35 rechts oben. Maksutov-Kamera $f=500\text{mm}$, 35 Min. belichtet auf Ektachrome E200 Rollfilm 120. 22.2.2003, „Hüllli“ im oberen Emmental, Eggwil.



Fig. 7: Sternfeld an der Grenze zwischen Einhorn und Grosser Hund mit den Emissionsnebeln IC 2177 und GUM1. Rechts oben der Sternhaufen M50. Maksutov-Kamera $f=500\text{mm}$, 35 Min. belichtet auf Ektachrome E200 Rollfilm 120. 22.2.2003, „Hüllli“ im oberen Emmental, Eggwil.

Fig. 8: Im Sternbild Orion: oben die drei Gürtelsterne Zeta, Epsilon und Delta. Links vom Stern Zeta der ‚Flammennebel‘ NGC 2024, unterhalb eine riesige Dunkelwolke, aus welcher der Pferdekopfnebel in das Helle ragt. In der unteren Bildpartie der grosse Orionnebel M42. Darüber die blauleuchtenden Reflexionsnebel NGC 1973, 1975, 1977. Maksutov-Kamera $f=500\text{mm}$, 35 Min. belichtet auf Ektachrome E200 Rollfilm 120. 22.2.2003, „Hüllli“ im oberen Emmental, Eggwil.



Fig. 9: Ausschnitt Sternfeld im Einhorn mit dem Rosettennebel NGC 2237. Eingebettet ist der offene Sternhaufen NGC 2244 im Zentrum des Nebels. Dessen junge heisse Sterne bringen die Wasserstoffwolke zum Leuchten. Maksutov-Kamera $f=500\text{mm}$, 60 Min. belichtet auf Ektachrome E100S Rollfilm 220. 23.2.2003, „Hüllli“ im oberen Emmental, Eggwil.

