Astrofarbfotografie nach dem Tiefkühlverfahren

Autor(en): **Lammerer, Max**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **32 (1974)**

Heft 143

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899656

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse

32. Jahrgang, Seiten 141–176, Nr. 143, August 1974 32e année, pages 141–176, No. 143, Août 1974

Astrofarbfotografie nach dem Tiefkühlverfahren

von Max Lammerer, Lichtenfels

Die Farbfotografie lichtschwacher Himmelsobjekte ist in den letzten Jahren immer mehr zu einer Domäne der Amateure geworden. Das liegt zum Teil daran, dass die professionelle Astronomie nur wenig Interesse an Farbaufnahmen zeigt – für sie gibt es andere Farbsysteme – und zum anderen Teil daran, dass Amateure einzig aus Freude am schönen Bild grosse Anstrengungen unternehmen, und sich dabei Techniken bedienen, die doch nicht jedem zugänglich sind.

Farbaufnahmen von Nebeln und Sternhaufen sind keine einfache Sache, gleichgültig welches Verfahren man dabei verwendet. So schreibt E. Kreimer, Altmeister der Tiefkühltechnik unter den Amateuren in Amerika: «Astrofotografie lichtschwacher Objekte erfordert ein gerüttelt Mass an technischem Verständnis, Geduld und Übung, jedoch wird der Amateur oft für die Zeit, die er dabei verbringt, durch erstaunliche Resultate belohnt»[1]). In diesem Zusammenhang sei auch Dr. Wiedemann zitiert, der schreibt: «Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Schwierigkeiten der Astro-Farbfotografie erst bei Objekten beginnen, die lichtschwach sind und daher lange Belichtungszeiten erfordern»[2]).

Um zu Farbaufnahmen lichtschwacher stellarer Objekte zu kommen, kann sich der Amateur mehrerer Methoden bedienen. Das einfachste ist es, einen hochempfindlichen Farbfilm, z. B. Anscochrome 500 27 DIN, in Verbindung mit einem lichtstarken Teleobjektiv zu belichten. Man erhält hierbei sehr schöne Aufnahmen von Sternfeldern. Ungekühlter Farbfilm eignet sich jedoch nicht für Langzeit-Aufnahmen im Fokus eines Newton-Teleskops, weil die Schwarzschildeffekte der Farbfilm-Schichten dann deutliche Grenzen setzen, und sich bei längeren Belichtungszeiten ein Farbstich des Films kaum vermeiden lässt.

Eine hervorragende Methode für Astrofarbaufnahmen ist das Dreifarben-Auszugsverfahren, um das sich besonders Dr. E. Brodkorb angenommen hat[3]). Dieses Verfahren hat zu sehr guten Ergebnissen geführt. Allerdings ist es recht aufwendig. Für ein Bild werden drei Aufnahmen des Objekts in verschiedenen Spektralbereichen benötigt und die labortechnische Auswertung dürfte dem Amateur kaum möglich sein.

Für den Amateur bietet sich deshalb das Tiefkühlverfahren als Ausweg an. Dieses Verfahren wurde in den Jahren 1960/61 von Arthur A. Hoag und seinen Mitarbeitern am U. S. Naval Observatory in Flagstaff, Arizona, angegeben und eingehend erprobt[4]). Als Aufnahmegerät diente damals ein Ritchey-Crétien-System mit 1 m Spiegeldurchmesser und einer relativen Öffnung von 1:6,8. Viele der heute publizierten Farbaufnahmen in Zeitschriften und Astro-Bildbänden sind Aufnahmen, die mit diesem Teleskop gemacht wurden.

Recht bald begannen sich die Amateure – A. A. Hoag war früher selbst Amateur – für das Tiefkühlverfahren zu interessieren. In Amerika war es E. Kreimer, Prescott, Arizona, der in der Zeitschrift «Sky and Telescope» hervorragende Farbaufnahmen publiziert hat, die er mit seinem 32 cm 1:7 Newton-Reflektor in Verbindung mit einer Tiefkühlkamera gewonnen hatte. In der Schweiz hat sich vor allem H. Eggeling mit Problemen der Farbfotografie in Verbindung mit der Tiefkühltechnik beschäftigt[5]).

Das Tiefkühlverfahren in der Astrofotografie geht auf eine Zufallsentdeckung zurück. Viele Amateure haben die Erfahrung gemacht, dass Langzeitaufnahmen in kalten Winternächten bei gleicher Belichtungszeit mit demselben optischen System mindestens 1 Sterngrössenklasse mehr zeigen als Aufnahmen in warmen Sommernächten. – Das ist eine Folge der Temperaturabhängigkeit des Schwarzschildeffektes des Aufnahmefilms.

Es ist eine bekannte Tatsache, dass bei der Verwendung handelsüblicher Filme für Langzeitaufnahmen die Empfindlichkeit mit wachsender Belichtungszeit immer mehr abnimmt. Eine Verlängerung der Belichtungszeit bringt nur eine geringfügig stärkere Deckung der Aufnahme. Dieses Phänomen, weithin als «reciprocity failure effect» oder Schwarzschildeffekt bezeichnet, kann nun durch Verwendung spezieller Astro-Emulsionen (Kodak Spectroscopic Films) oder durch Tiefkühlung des Films auf –60 bis –80 °C überwunden werden. Einen Astro-*Farbfilm* mit entsprechend niedrigem Schwarzschildeffekt gibt es jedoch bis heute nicht, so dass sich für Farbaufnahmen nur das Tiefkühlverfahren anbietet.

Die Tiefkühlkamera

Für meinen auf der Titelseite dieses Heftes gezeigten NEWTON 300/1881 habe ich in etwa 2-jähriger Arbeit eine Tiefkühlkamera entwickelt und gebaut. Diese Kamera kann in Verbindung mit meiner früher in dieser Zeitschrift publizierten Offset-Guiding-Einrichtung verwendet werden, so dass für die exakte Nachführung des Teleskops während der Aufnahme kein Leitrohr erforderlich ist[6]).

Die Kamera besteht in der Hauptsache aus 2 Teilen, dem *Tiefkühlteil* und dem *Vakuumteil*. Wie die Schnittzeichnung (Fig. 1) zeigt, ist der Tiefkühlteil mit einer Reihe von Lamellen versehen, um eine volle Ausnutzung des flüssigen Kohlendioxyds, wie es aus dem verwendeten Feuerlöscher kommt, zu garantieren. Für die eigentliche Tiefkühlbox und für den Kupferblock der Filmauflage wurde Elektrolytkupfer verwendet, um eine hohe thermische Leitfähigkeit zu garantieren.

Der Vakuumteil der Kamera umschliesst weitgehend den Tiefkühlteil, da das Vakuum eine hervorragende Wärmeisolation bietet. In Richtung auf den Fangspiegel des NEWTON ist der Vakuumteil durch eine 4-mm starke beidseitig vergütete Quarzplanplatte abgeschlossen, die fast die gesamte vom Hauptspiegel des Fernrohrs ankommende Strahlung durchlässt. Der Vakuumteil der Kamera ist notwendig, um ein Beschlagen und «Anfrieren» des tiefgekühlten Films zu verhindern.

Als Werkstoff für die Kamera wurde der Kunststoff SUPRANYL 6 G 31 der Firma Schroeder & Stadelmann Plastic GmbH. verwendet. Dieses Material kann gut mit Werkzeugmaschinen bearbeitet werden und bietet eine gute Wärmeisolation, hat jedoch den Nachteil, dass es lichtdurchlässig ist. Die Kamera muss deshalb innen und aussen mit einer lichtundurchlässigen Schicht versehen werden. Die eigentliche Filmauflage der Kamera besteht aus einer 2 mm starken Pertinaxplatte, in die der Durchlass für die vom Teleskop kommende Strahlung eingearbeitet wurde *).

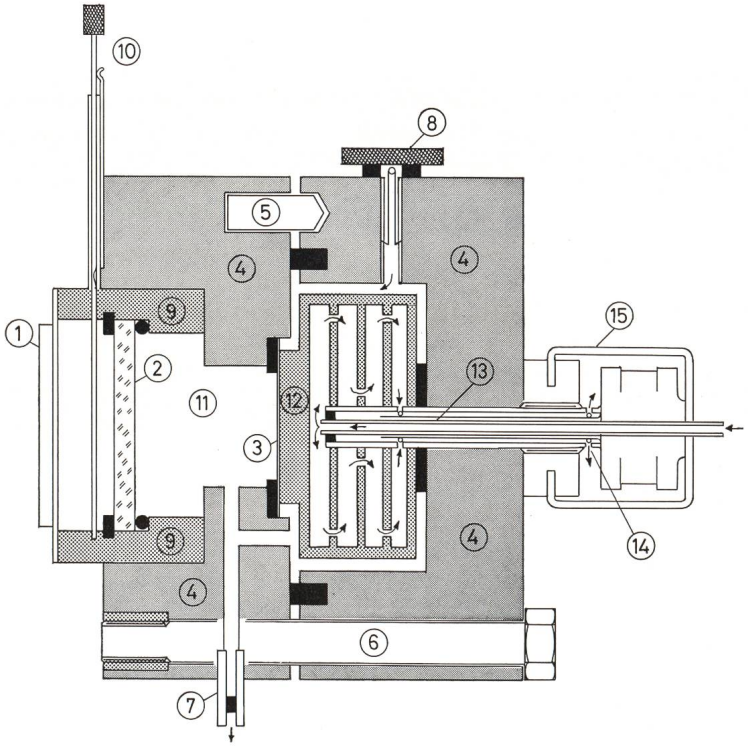


Fig. 1: Prinzipieller Schnitt durch die Tiefkühlkammer des Verfassers.

1 Bajonett zum Anschluss der Kammer an die Offset-Guiding-Einrichtung
2 Quarzglasfenster (beidseitig vergütet)
3 Filmauflage
4 Zweiteiliges Gehäuse aus Kunststoff mit
5 Führungsbolzen und
6 Verschraubung
7 Auslass-Ventil (Anschluss der Vakuumpumpe)
8 Einlassventil (Lufteinlass)
9 Ring aus vergütetem Aluminium zur Halterung des Anschlussbajonetts, des Quarzglasfensters und des
10 Schiebeverschlusses
11 Vakuumkammer mit
12 Tiefkühleinsatz mit Lamellen, aus Reinkupfer, und mit
13 CO_2-Einlass mit Anschluss an CO_2-Feuerlöscher und
14 CO_2-Auslass
15 Halteklammer

*) Beim Bau der Tiefkühlkamera stand mir Herr RUDI KAISER, Hausen am Main, mit Rat und Tat zur Seite und es sei ihm an dieser Stelle dafür gedankt.

Bedienung und Arbeitsweise der Tiefkühlkamera

Zunächst wird der Vakuumteil der Kamera mit Hilfe eines Bajonetts mit der Offset-Guiding-Einrichtung am Okularauszug des Teleskops verbunden. Man stellt dann einen Stern 3. oder 4. Grösse im Teleskop ein und fokussiert die Kamera mit Hilfe einer Mattlinse und Lupe direkt an der Filmauflage. Hierauf wird das zu fotografierende Objekt eingestellt und durch Drehen der Offset-Guiding-Einrichtung ein passender Leitstern gesucht.

Schliesslich wird die Kamera durch Lösen des Bajonetts abgenommen und mit einem Stückchen Farbfilm (Kodak High Speed Ektachrome 23 DIN) geladen. Dabei wird der Tiefkühlteil mit seiner Kupferandruckplatte mit dem Vakuumteil verbunden. Mit Hilfe einer elektrischen Vakuumpumpe wird durch das Auslassventil die Luft in der Kamera abgesaugt. Tiefkühlteil und Vakuumteil der Kamera, die eine starke Gummidichtung verbindet, halten dann auf Grund des Unterdrucks in der Kamera fest zusammen. Eine Sicherungsschraube, die noch zwischen beide Teile eingeschraubt wird, verhindert ein Auseinanderfallen der Kamera bei eventuellen Undichtigkeiten.

Schliesslich wird die Kamera wieder mit dem Offset-Teil des Teleskops verbunden. In den Tiefkühlteil wird eine Kapillarröhre aus Kupfer eingeführt und arretiert, die mit dem verwendeten Kohlensäure-Feuerlöscher verbunden ist. Mit Hilfe eines pistolenartigen Ventils wird dann flüssiges Kohlendioxyd in die Kamera eingeschossen, wobei die Temperatur an der Rückseite des Films auf ca. -60 bis -80° C sinkt. Sodann wird der vor der Quarzplanplatte befindliche Schiebeverschluss betätigt und die Belichtung des Films kann beginnen.

Während der Belichtung, die in der Regel ½ bis 1 Stunde dauert, wird das Teleskop mittels eines Frequenzgenerators in Stunde gesteuert und auch die Deklination wird bei Bedarf um einige Bogensekunden mit Hilfe eines Umkehrmotors korrigiert. Dabei muss etwa alle 5 Minuten der Kamera neues flüssiges Kohlendioxyd zugeführt werden, um die Temperatur an der Filmrückseite entsprechend tief zu halten.

Ist die Belichtung beendet, wird zunächst der Schiebeverschluss geschlossen, die CO_2-Kapillarröhre aus der Kamera herausgenommen und schliesslich das

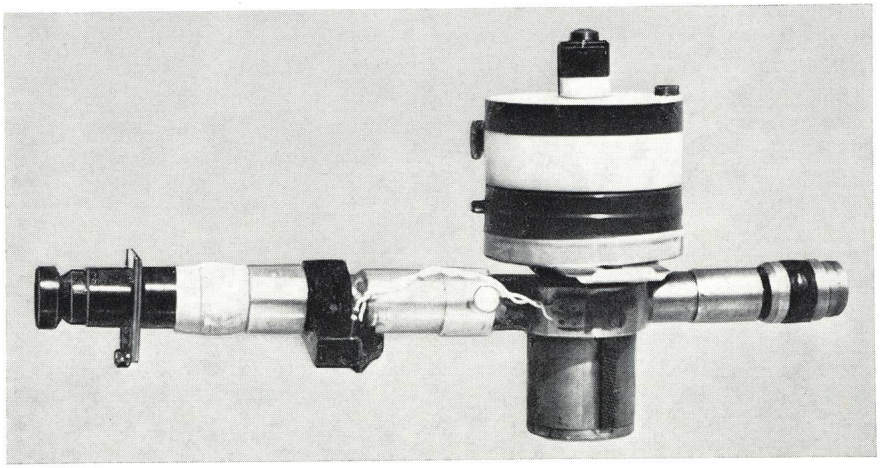


Fig. 2: Ansicht der Tiefkühlkammer des Verfassers, verbunden mit dessen Offset-Guiding-Einrichtung.

Unten: Tubus (mit Zahnstange) zum Einschub der Kombination in den Okularstutzen des Teleskops.
Links: Führungsmikroskop des Offset-Guidings.
Rechts: Gegengewicht, das eine 1.5 V-Batterie zur Beleuchtung des Fadenkreuzes enthält.
Oben: Tiefkühlkammer, die per Bajonett mit dem Offset-Guiding verbunden wird.

Bajonett gelöst. In der Dunkelkammer wird dann das Einlassventil der Kamera geöffnet, die Sicherungsschraube entfernt und die Kamera zerfällt wieder in ihre beiden Teile. Nun kann das Farbfilmstückchen entnommen und dann entwickelt werden.

Entwicklung des Umkehrfilms

Für einen gut ausgerüsteten Fotoamateur stellt die Entwicklung von Farbfilmen heute kein unüberwindliches Hindernis mehr dar. Da jedoch das Selbstentwickeln von Filmstückchen eine recht unwirtschaftliche Sache ist, überlässt man dies besser einem guten Farblaboratorium.

Alle meine Aufnahmen wurden vom Umkehr-Fach-Service D. MARCARD, Stuttgart, preisgünstig und zur vollen Zufriedenheit entwickelt. Die fertigen High Speed Ektachrome Diapositive werden dann auf Ektachrome X 19 DIN-Farbfilm umkopiert. Dabei

kann der Abbildungsmaßstab der Aufnahmeobjekte verändert werden und gleichzeitig wird der Kontrast noch etwas gesteigert.

Astro-Farbfotografie erfordert technisches Verständnis, Geduld und Ausdauer. Jedoch ist die Freude über jedes gelungene Bild eines fernen Nebels oder Sternhaufens gross, vor allem, wenn man bedenkt, dass der Anblick dieser Objekte in Farbe die Wirklichkeit darstellt, eine Wirklichkeit, wie sie visuell am Teleskop niemals erlebt werden kann.

Literatur:
1) E. Kreimer, «Outer Space Photography», 142 (1967).
2) E. Wiedemann, ORION 136, 86 (1973).
3) E. Brodkorb, Sterne und Weltraum, 11, 347 (1972).
4) A. Hoag, Sky and Telescope, Vol. 28, No. 6, 332 (1964).
5) H. Eggeling, Sky and Telescope, Vol. 34, No. 6, 400 (1967).
6) M. Lammerer, ORION 130/131, 93 (1972).

Adresse des Verfassers:
Max Lammerer, Langheimer Strasse 34, D-862 Lichtenfels, BRD.

Quelques astronomes amateurs

Texte revisé d'une conférence présentée à l'Assemblée générale de la Société Astronomique de Suisse, le 5 mai 1974 à Genève

Par P. Rossier, Moillesulaz

Le mot «amateur» a deux sens, l'un aimable, l'autre péjoratif. Les deux expressions «un amateur éclairé» et «ce n'est qu'un amateur» le montrent bien. Dans l'exposé suivant, les mots «astronome amateur» sont pris dans le sens suivant: personne qui consacre tout ou partie de ses loisirs à l'étude des astres. C'est là une activité digne d'éloges. Aux amateurs, on oppose les astronomes professionnels, appointés par une autorité pour assumer des responsabilités dans les observatoires.

Anciennement, tous les hommes de science, hormis quelques philosophes et professeurs étaient des amateurs. Les quelques professionnels étaient plus astrologues qu'astronomes!

C'est après la création des observatoires officiels, au dix-septième siècle qu'il est possible de bien distinguer les astronomes amateurs des professionnels. Les uns et les autres ont contribué au progrès de la science. Leurs noms ont été retenus par l'histoire. Les autres sont oubliés, qu'ils soient de l'une ou de l'autre catégorie.

Le siècle de la création des observatoires vit aussi l'organisation de sociétés scientifiques et de diverses académies. Des travaux ont été publiés ou conservés dans les archives. Tout cela facilite notablement le récit de l'histoire des sciences depuis cette époque.

Parmi les astronomes amateurs, anciens ou contemporains, on en trouve qui se sont contentés de contempler les astres, à l'œil nu ou avec des appareils divers. D'autres se sont proposé de vérifier des résultats connus, parfois sommairement. Certains d'entre eux ont pris plaisir à rédiger des ouvrages destinés à la diffusion des connaissances scientifiques. Le fait que ces auteurs n'étaient pas absorbés par un travail de recherche leur a parfois permis d'avoir quelques succès auprès du public, d'ou un profit certain pour celui-ci et pour la science. Nous rencontrerons des amateurs qui ont fait l'acquisition d'appareils coûteux et qui, avec persévérance, les ont employés à faire des mesures dont beaucoup ont été utilisées par les théoriciens. D'autres ont eu le goût du calcul. Nombreux sont les amateurs qui se sont consacrés à l'observation patiente des astres, visuelle ou photographique. Souvent, ils ont construit eux-mêmes leurs appareils.

Parmi les astronomes privés, on rencontre des autodidactes mais aussi des hommes ayant fait des études supérieures: médecins, juristes, théologiens, ingénieurs, ... Il y eut aussi des mécènes, des commerçants, des industriels. La postérité a retenu les noms de ceux qui ont eu le bonheur de découvrir des choses nouvelles ou de perfectionner des résultats acquis.

Citons quelques exemples, au fil du discours, sans aucune prétention à être complet ou à respecter un ordre quelconque.

Jean Fernel (1497–1558) fut un médecin réputé. Il est le premier des Modernes à effectuer une mesure de méridien terrestre. Anciennement, Eratosthène au troisième siècle avant J. C., Posidonius vers l'an –100, le calife Al-Mamoun au neuvième siècle avaient obtenu des résultats intéressants. Fernel imagina des procédés nouveaux. Les deux villes d'Amiens et de Paris sont à peu près situées sur le même méridien et une route relativement directe les unit. Fernel mesura leur différence de latitude, voisine de un degré. Les instruments de l'époque, démunis de lunette, ne donnait que la minute d'arc. La différence de latitude n'était donc connue qu'avec une erreur possible de 1–2%. Pour mesurer la longueur de l'arc, Fernel inventa l'appareil que les modernes appellent un curvimètre à roulette ou, si l'on préfère, le compteur kilométrique de nos voitures. La technique du temps était