Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 59 (2001)
Heft: 307

Artikel: Vergleichende Fotografie am Beispiel des Orion-Nebels
Autor: Jost-Hediger, Hugo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-897946

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

Vergleichende Fotografie am Beispiel des Orion-Nebels

HUGO JOST-HEDIGER

Haben Sie sich nicht auch schon die Frage gestellt, was in der Astrofotografie mit welchen Mittel erreicht werden kann. Welche Instrumente zu welchen Resultaten führen, was für Filme verwendet werden sollen und auch, wie denn die Belichtungszeiten zu wählen sind? Im nachfolgenden Artikel versuche ich, darauf teilweise eine Antwort zu geben.
Als Demonstrations-Objekt habe ich das Sternbild Orion gewählt. Es bietet uns am Winterhimmel nicht nur einen faszinierenden Anblick, sondern beherbergt mit dem «Grossen Orion-Nebel» und dem «Pferdekopfnebel» auch zwei herrliche Nebelgebiete sowie eine Vielzahl von kleineren Emissionsnebeln oder Dunkelwolken.

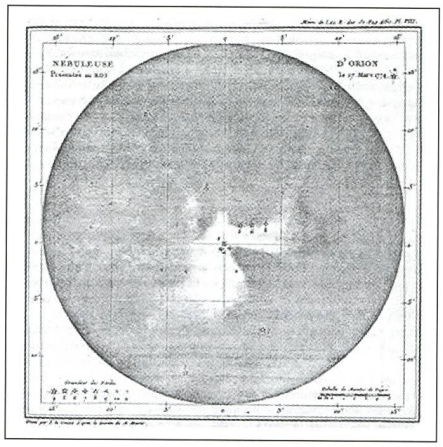
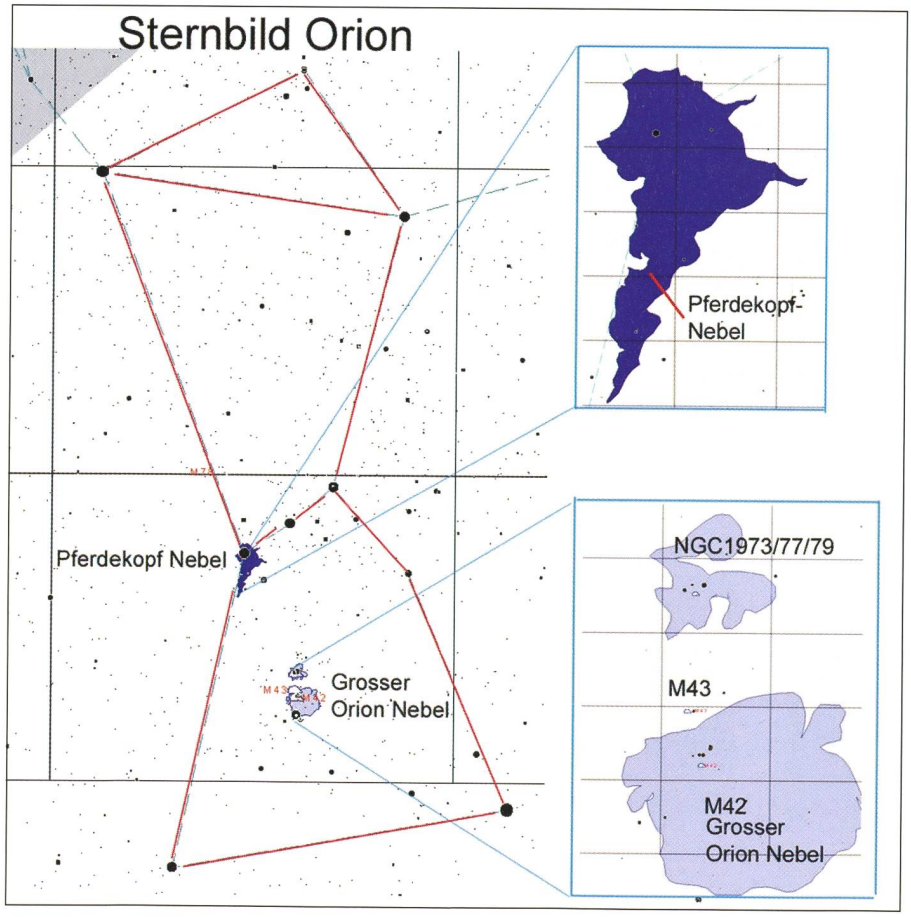


Fig. 2: Zeichnung M42, M43 von MESSIER.

Beginnen wir vorerst mit einer Sternkarte des Orion. Wir erkennen darauf vor allem den «Grossen Orion-Nebel» bestehend aus M42, M43, oberhalb von M42 / M43 die Nebel NGC1973, 1975, 1977 sowie den «Pferdekopf Nebel». Wir wollen nun versuchen, rauszukriegen, welche Aufnahmetechniken zu welchen Resultaten führen.

Fig. 1: Sternkarte Orion .



Doch zuerst widmen wir uns noch kurz der Frage, durch wen und wann wohl der *«Grosse Orion-Nebel»* zum ersten Mal beobachtet wurde. Die zwei Nummern M42 und M43 sagen uns schon, dass CHARLES MESSIER , der Französische Kometenjäger, diese Objekte beobachtet hat. Zu M42 finden wir seinen Eintrag im Messier-Katalog unter dem Datum vom 4. März 1769: *«5h 23 m 59s, -5h 34' 0622: Position des wunderschönen Nebels im Schwert des Orion. Er liegt rund um den Stern Theta Orionis und um drei weitere schwächeren Sterne, welche nur in guten Instrumenten gesehen werden können»*. MESSIER drang in die tieferen Details dieses Nebels ein und fertigte mit grösster Vorsicht und Geduld eine Zeichnung an (gedruckt in «Memoirs of the Academy for 1771, Zeichnung VIII»). Zu M43 finden wir einen Eintrag am selben Tag. 5h 24m 12s, -5d 26' 37»: *«Position des kleinen Sterns welcher von einem nebligen Gebilde umgeben ist und welcher sich unter dem Nebel im Schwert des Orion befindet»*. MESSIER hielt M43 auf derselben Zeichnung wie M42 fest.

Wer aber hat nun den Grossen Orion-Nebel zum ersten Mal beschrieben? Es war HUYGENS, der ihn 1656 entdeckte und die Entdeckung im «English Atlas» veröffentlichte.

Sternbild Orion, 50 mm Brennweite mit normalem Foto Objektiv:
Versuchen wir zuerst unser Glück mit der einfachsten Methode. Wir nehmen ganz einfach eine normale Kamera mit der Möglichkeit von Langzeit-Belichtungen und ein Stativ. Als Brennweite wählen wir 50mm (Normal-Objektiv). Auf eine Nachführung verzichten wir. Als Film verwenden wir einen mittelempfindlichen DIA- Film 400 ASA. Und los geht's! Kamera aufstellen - Blende auf kleinstmöglichen Blendenwert einstellen - Aufnahmegebiet auswählen - fokussieren und danach während zwei bis vier Minuten belichten. Und fertig ist die Aufnahme.

Was können wir auf der Aufnahme erkennen? Vorerst sind da mal die Umrisse des ganzen Orion-Sternbildes zu erkennen. Und dann die verschiedenen Farben der Sterne. Wir sehen die orange Farbe von Betelgeuse, einem roten Überriesen, der von der Erde 310 Lichtjahre entfernt ist, und wir erkennen die weissliche Farbe des blauen Überriesen Bellatrix, dem hellsten Stern im Orion. Im speziellen Rot des Wasserstoffes leuchtet der Grosse Orion-Nebel, von dem wir bei dieser Brennweite (50 mm)

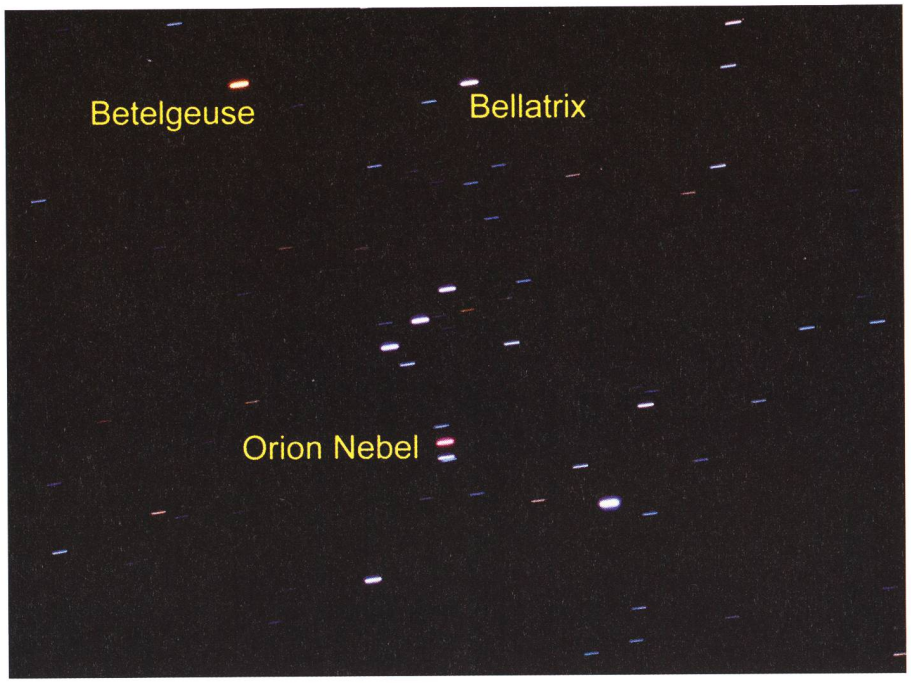


Fig. 3: Orion als Strichspur-Aufnahme.

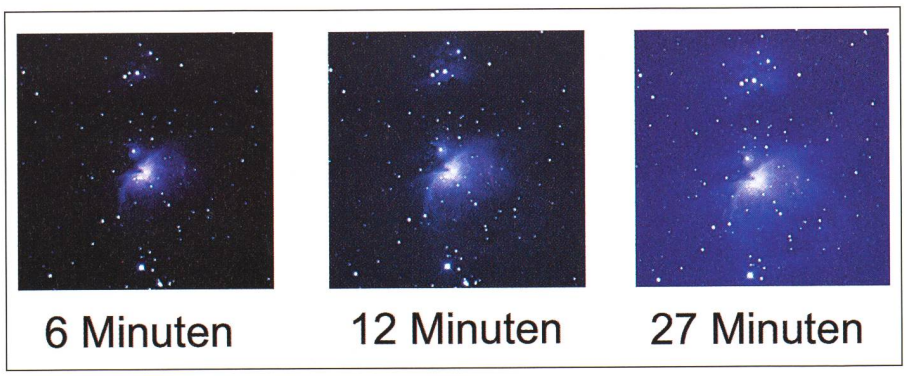
keine Einzelheiten erkennen können. Verglichen mit dem Aufwand ist das Resultat ganz passabel.

Orion Nebel , 500 mm Brennweite mit der Lichtenknecker Flatfield Kamera:

Weiter geht's mit einer Brennweite von 500mm. Also schon ein recht grosses Tele-Objektiv oder, in unserem Fall, eine Lichtenknecker Flatfield-Kamera. Das Objektiv hat bei einer Brennweite von 500 mm ein Öffnungsverhältnis von 1 : 3,5. Ohne Nachführung ist nun, da die Brennweite gross und die Belichtungszeiten lang sind, nichts mehr zu wollen. Als Film wird wiederum ein DIA-Film 400 ASA verwendet. Auf los geht's wiederum los nach derselben Methode wie bei der normalen Kamera. Nur, aufgrund der zehn mal grösseren Brennweite muss dem Fokussieren besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Zu schnell ist eine Aufnahme durch schlechtes Scharfstellen ruiniert. Es wäre schade für die verlorene Zeit. Da bei Langzeit-Aufnahmen jeweils schwer vorhergesagt werden kann, wie gut die Aufnahme bei einer bestimmten Belichtungszeit ausbelichtet wird, machen wir eine Belichtungs-Serie mit Aufnahmezeiten von 6, 12, 27 Minuten. Nach rund zwei Stunden in der Kälte sind die Fotos belichtet, und es stellt sich die Frage, was wohl drauf zu finden sein wird. Nur ein paar Tage warten, und wir werden es wissen.

Die Spannung steigt von Tag zu Tag! Wie sieht wohl das Resultat aus? Schon recht schön, kann man sagen. M42 und M43 wie auch andeutungsweise die bläulich leuchtenden Nebel NGC1973, 1975, 1977 sind bei allen Aufnahmezeiten sichtbar. Vom Rot der Wasserstoff-Wolken sieht man leider nicht viel. In diesem Spektralbereich scheint der verwendete Film nicht eben ein Meister der Abbildung zu sein. Auch die starke Vignettierung des Objektives wirkt sich etwas störend aus. Dagegen lässt sich nicht viel machen. Auffallend ist auch der mit zunehmender Belichtungszeit immer stärker in Erscheinung tretende blaue Farbstich.

Fig. 4: M42, M43 mit der Flatfield-Kamera bei verschiedenen Belichtungszeiten.



Orion Nebel , 1000 mm Brennweite mit der Schmidt-Kamera:

Um wirklich in die tieferen Geheimnisse des Grossen Orion-Nebels und Umgebung einzudringen, verwenden wir für unsere weiteren Aufnahmeserien die grosse Grenchenberg Schmidt-Kamera. Sie besitzt eine Brennweite von 1000 mm bei einem Öffnungsverhältnis von 1:3,3. Fotografiert wird mit Planfilm 100 x 125 mm bei einem nutzbaren Gesichtsfeld von 90 mm im Quadrat. Dies ergibt in etwa ein Bildfeld von 5 x 5 Grad. Die Fokussierung ist bei diesem Instrument völlig unproblematisch: die Halterung für die Foto-Kassette ist mit Invarstäben so an der Spiegelzelle befestigt, dass auch bei grossen Temperaturschwankungen ein absolut fixer und stabiler Brennpunkt gegeben ist.

Mehr Aufmerksamkeit muss, oder darf, der Wahl des Film-Materials und den Belichtungszeiten geschenkt werden. Da wir für die Schmidt-Kamera Planfilme 4 x 5 Zoll benötigen, ist die Auswahl beschränkt. Trotzdem können wir Aufnahmen mit dem unterschiedlichsten Filmmaterial sowohl in Farbe als auch in Schwarz-Weiss gewinnen. Auch die Belichtungszeiten sind in einem weitem Bereich wählbar. Wir arbeiten mit Aufnahmezeiten zwischen 6 und 40 Minuten und können so sehr schön die Vorteile und auch Nachteile der verschiedenen Methoden gegeneinander abwägen. Wegen der teilweise langen Belichtungszeiten muss die Nachführung während der ganzen Aufnahmedauer genau kontrolliert und, falls notwendig, korrigiert werden. Dies kann in kalten Winternächten recht ungemütlich werden.

Die Vielzahl der verwendeten Filme wie auch die unterschiedlichen Belichtungszeiten erfordern mehrere Nächte Arbeit. Doch nach einigen Tagen ist auch das geschafft, und wir können uns daran machen, die Beute zu begutachten.

Was zeigt uns schliesslich der Vergleich der verschiedenen Aufnahmen?

Beginnen wir mit den Schwarz-Weiss-Aufnahmen. Sie wurden alle mit demselben Filmmaterial gewonnen. Überraschenderweise sind die Unterschiede bei den verschiedenen Belich-

tungszeiten gar nicht so riesig. Bereits auf der 6 Minuten-Aufnahme [D] sind sowohl M42 mit seinen verworrenen Nebel Ausläufern klar zu erkennen als auch M43 und NGC1973, 75, 77 schemenhaft zu sehen. Die beste Belichtungszeit für dieses Objekt scheint irgendwo in der Gegend von 12 Minuten [E] zu liegen. Jede längere Belichtung [F] führt zu keiner weiteren Verbesserung. Schön, dass manchmal auch eine kürzere Belichtungszeit zu guten Resultaten führt.

Ganz anders präsentiert sich die Sache bei den Farb-Aufnahmen. Deutlich ist zu erkennen, wie der Detail-Reichtum der Bilder sowohl vom verwendeten Filmtyp als auch von der gewählten Belichtungszeit abhängt. Bild [A] und [C] müssten eigentlich von der gewählten Belichtungszeit her in etwa vergleichbare Resultate ergeben, währenddem bei [B] mit einem doppelt so empfindlichen Film und dann erst noch doppelter Belichtungszeit das beste Resultat zu erwarten wäre. Das beste Ergebnis wurde aber eindeutig mit der Aufnahme [C] mit Kodak E100S erzielt. Den Gründen für diese Unterschiede wollen wir in Exkurs 2, «Empfindlichkeit der Filme», nachgehen.

Zuletzt möchten wir selbstverständlich auch noch wissen, was genau wir eigentlich auf den Aufnahmen sehen. Selbst wenn wir uns nur auf die NGC-Objekte beschränken, sind eine Fülle von verschiedenen Objekten sichtbar. Schauen wir uns mal an, was es da zu sehen gibt.

Oben in der Mitte sehen wir NGC 1981. Er ist ein schütterer offener Sternhaufen nördlich von NGC 1973, 75, 77. Mit der Helligkeit 4.6 und einem Durchmesser von ca. 25 Bogenminuten.In ihm befindet sich der Doppelstern Struve 77(roter Pfeil) mit den Komponenten der 6. und 8. Grössenklasse. Darunter folgt das interessante blaue Nebelgebiet mit dem ansatzweise erkennbaren dunklen Kreuz in der Mitte. Der Nebel NGC 1973 liegt rund um HD 36958 mit der Magnitude 9.3 und hat einen Durchmesser von rund 5 Bogenminuten. NGC 1975 links daneben hat einen Durchmesser von rund 10 Bogenminuten. Der südlich darunter liegende NGC 1977 ist eine kleine Nebelwolke rund um 42 Ori (roter Pfeil). Im Schatten der grossen Brüder M42, M43 findet er kaum Beachtung.

M42, M43 (NGC 1976 / NGC 1982) ist der berühmte Orion-Nebel, eine riesige Gas- und Staubwolke in einer Entfernung von ca. 1300 Lichtjahren. Der Durchmesser beträgt ca. 15 Lichtjahre. In dieser Wolke wird gegenwärtig ein neuer Sternhaufen geboren. Hinter dem sichtbaren Teil des Orion-Nebels, dessen Leuchten durch die Sterne vom Trapez angeregt wird (roter Pfeil), haben Radioastronomen eine noch grössere Dunkelwolke entdeckt. Aus ihr könnten noch weitere Sterne entstehen. M42 bedeckt eine Fläche von mehr als einem Quadratgrad. Er ist sicher der schönste Gasnebel am Himmel. Ein schmales Band dunkler Materie, bekannt als «Fischmund», trennt M42 von M43. Er ist kleiner und rundlicher als M42. M43 gruppiert sich um HD 37061, einem Stern mit Magnitude 7,6 (roter Pfeil).

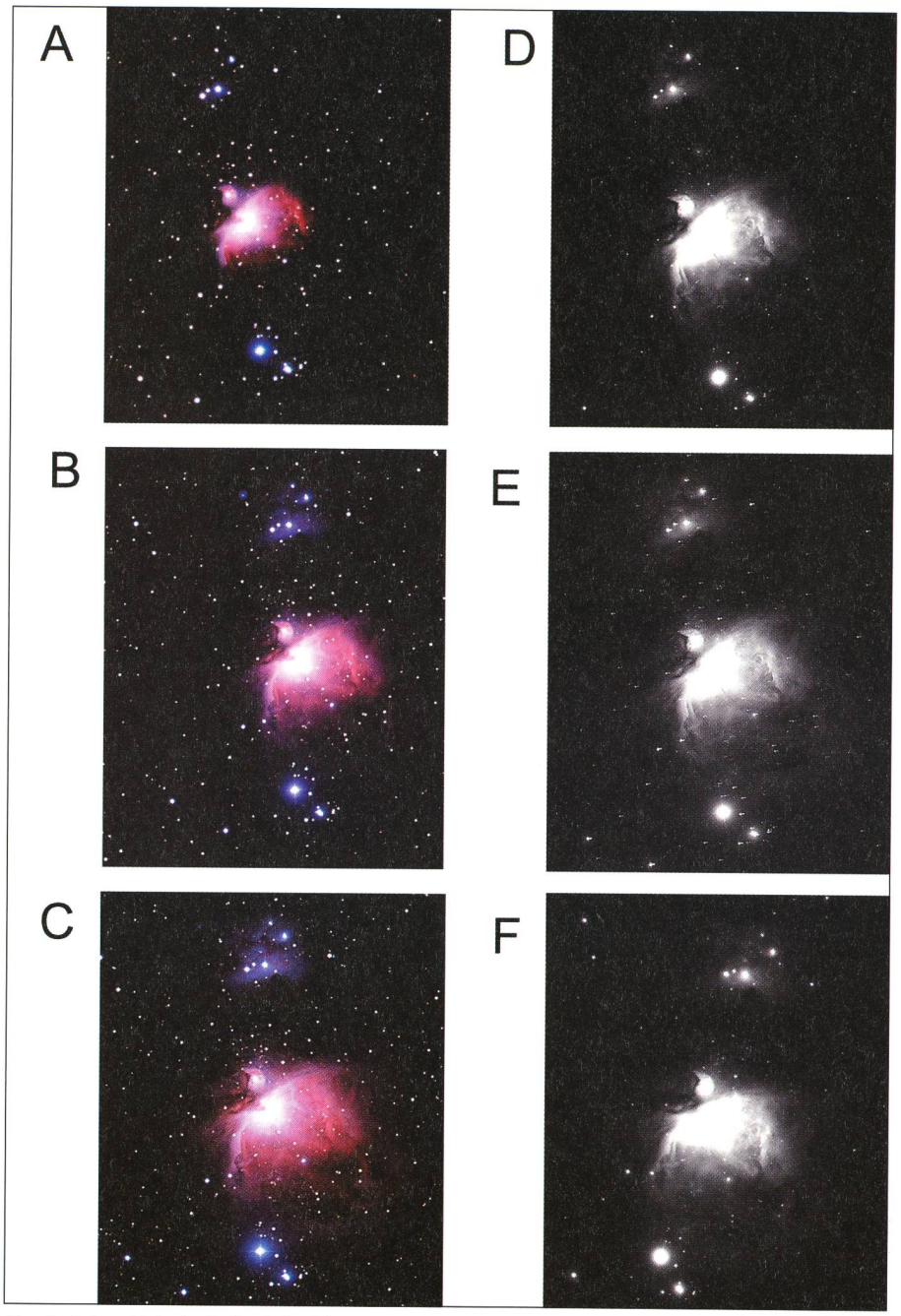
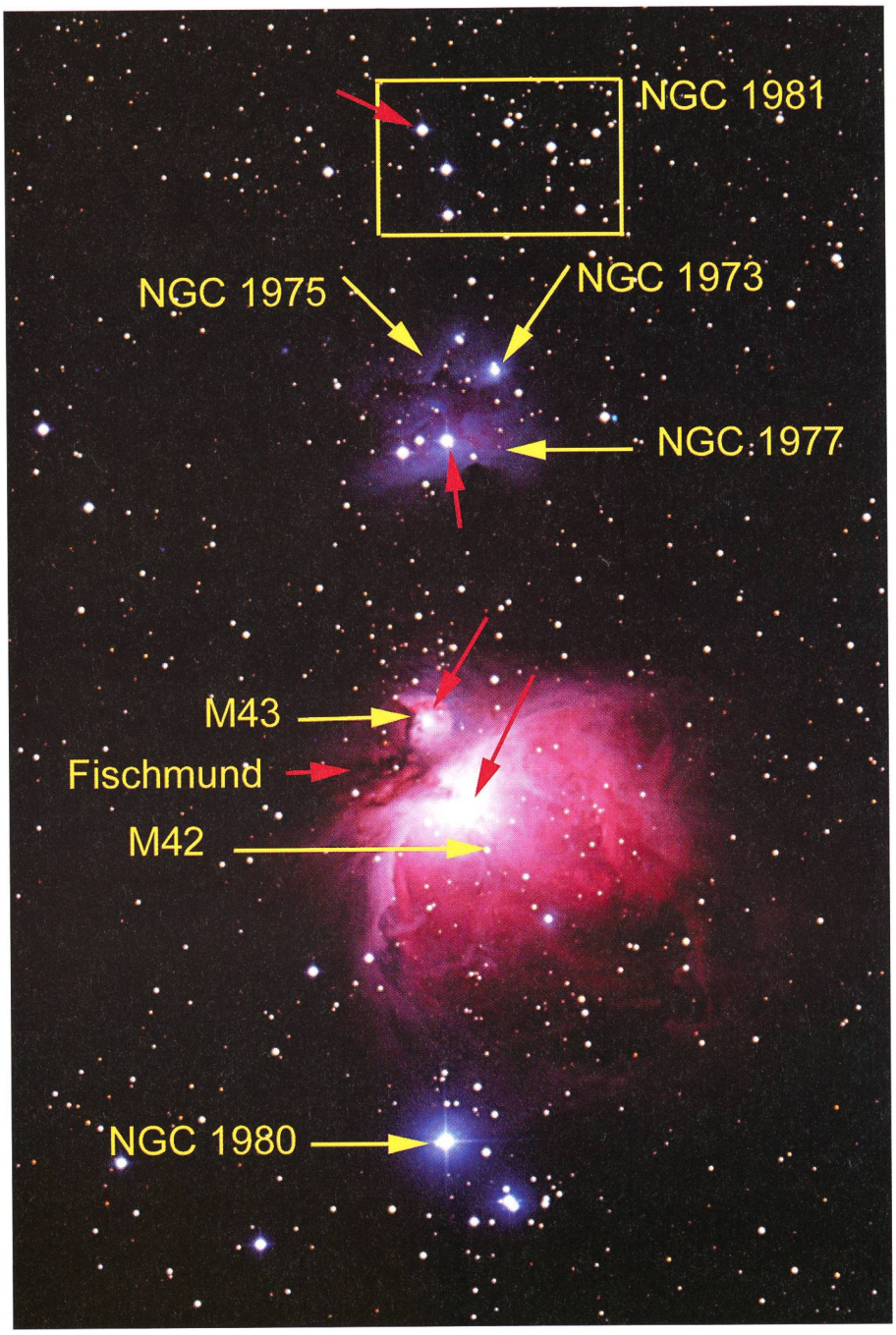


Fig. 5: Orion-Nebel mit der Schmidt-Kamera im Vergleich.

Tabelle 1

Nr.	Datum, Zeit	Film	Empfindlichkeit ASA	Belichtungs Zeit
A	16.01.1996, 20:00	Fuiji Provia	100 ASA	20 Minuten
B	19.01.1996, 20:50	Kodak Ektachrome	200 ASA	40 Minuten
C	15.12.1996, 22:45	Kodak E100S	100 ASA	30 Minuten
D	13.03.1991, 20:20	TP4415 hyp sensibil.	Ca. 100 ASA	6 Minuten
E	12.03.1991, 21:03	TP4415 hyp	Ca. 100 ASA	12 Minuten
F	17.03.1990, 21:00	TP4415 hyp	Ca. 100 ASA	27 Minuten

Fig. 6: Orion-Nebel mit den Objekten.



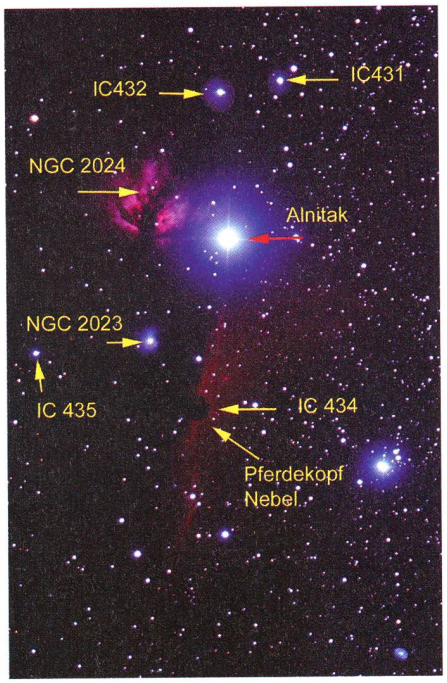
Schliesslich finden wir rund um den Stern 44 Iota Orionis mit Magnitude 2.8 eine weitere kleine bläulich leuchtende Nebelwolke.

Pferdekopf Nebel, 1000 mm Brennweite mit der Schmidt-Kamera:

Ein weiteres interessantes Objekt im Orion ist zweifellos der Pferdekopf-Nebel samt Umgebung. Da er aufgrund seiner geringen Helligkeit im Teleskop nicht gesehen werden kann, ist er uns nur fotografisch zugänglich.

Die Aufnahmedaten für diese Aufnahmen sind wie folgt:
(siehe Tabelle 2)

Fig. 8: Pferdekopf-Nebel mit den Objekten.



Der Vergleich der Schwarz-Weiss- mit der Farbaufnahme zeigt uns, dass jeder Filmtyp seine Berechtigung hat. Während wir auf der SW-Aufnahme Detailstrukturen der Nebel sehen, zeigt uns eben die Farbaufnahme sehr schön die blaue und rote Farbe der Nebel. Ich denke, dass man das Eine tun und das Andere nicht lassen sollte.

Auch auf dieser Aufnahme ist ein interessantes Gebiet mit einer Fülle von verschiedenen Nebeln zu sehen. IC 431 und IC 432 sind Sterne mit Licht reflektierenden Staubhüllen. Der darunter liegende Emissionsnebel NGC 2024, dicht bei Alnitak, ist der photografisch markanteste Nebel auf dem Bild. Visuell ist er schwierig zu beobachten. W. HERSCHEL entdeckte ihn 1786 und beschrieb ihn als *«wundervolle drei- oder vierteilige schwarze Stelle , eingeschlossen in mild leuchtende Nebelmassen»*. Der Emissionsnebel NGC 2023 rund um den Stern HD 37903 ist von der Staubwolke teilweise verdeckt. Der Gasnebel IC 435 liegt um den Stern HD 38087. Er ist bereits ausserhalb der Staubwolke. IC 434 ist eine weit ausgedehnte Gaswolke, deren Leuchten vom Stern Alnitak (50 Zeta Orionis) angeregt wird. Auf das Gas projiziert sich eine Staubwolke, die an ihren Rändern Licht von Alnitak reflektiert. Darin finden wir den bekannten «Pferdekopf-Nebel».

Insgesamt bietet uns das Sternbild Orion eine riesige Fülle von verschiedenen Objekten, die wir beobachten oder auch fotografieren können. Viele dieser Objekte sind gross und gut zu sehen. Andere wiederum sind klein, lichtschwach und unscheinbar. Doch auch bei diesen Objekten gibt es viel zu entdecken, und wir können durchaus ein andermal versuchen, die schwierigeren Objekte dingfest zu machen.

Tabelle 2

Nr.	Datum, Zeit	Film	Empfindlichkeit ASA	Belichtungs Zeit
G	19.01.1996, 23:00	Kodak Ektachrom	200 ASA	40 Minuten
H1, 2	13.03.1991, 20:20	TP4415, hyp	Ca. 100 ASA	25 Minuten

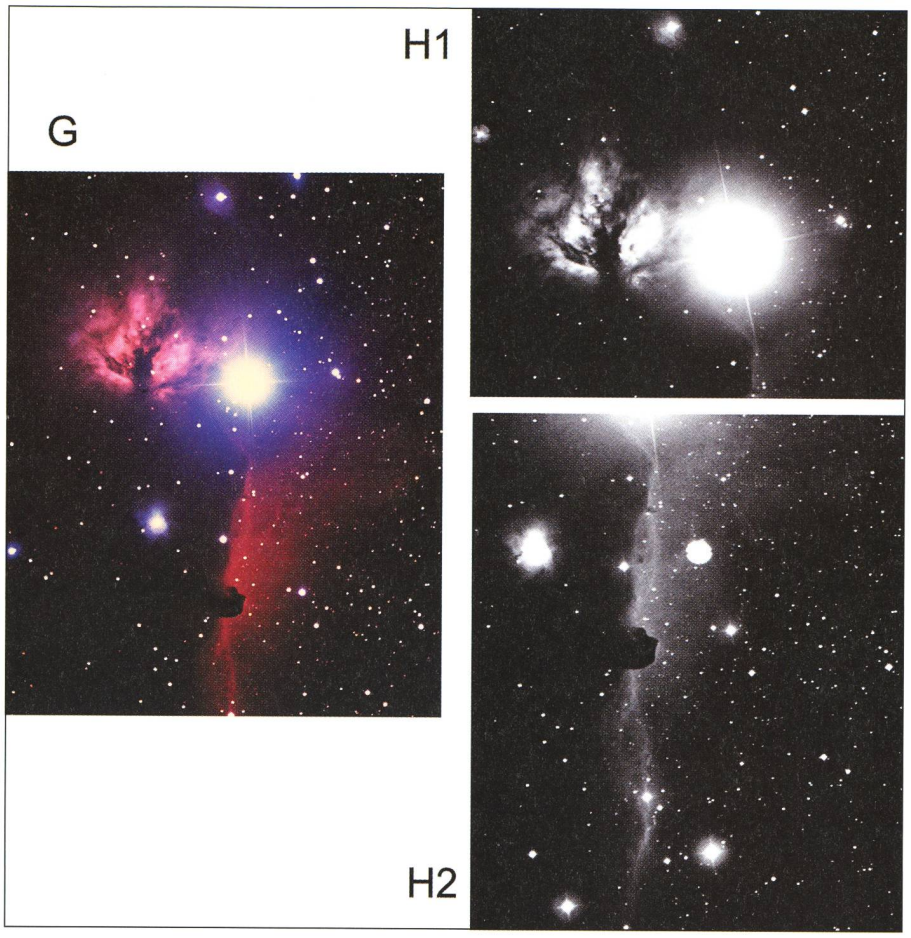


Fig. 7: Pferdekopf mit der Schmidt-Kamera im Vergleich.

Exkurs 1: Die verwendeten Instrumente

Die Foto-Kamera

Wie schon erwähnt, kann fast jede Kamera für Strichspuraufnahmen verwendet werden. Die Brennweite darf ohne weiteres von 25mm (extremer Weitwinkel) über 50mm (Normalobjektiv) bis zum Teleobjektiv mit 250 mm Brennweite reichen. Auf folgende Dinge muss man achten: Der Blendenwert soll wenn möglich zwischen 1,8 und 3,5 liegen und manuell eingestellt werden können. Die Kamera muss das manuelle Scharfstellen erlauben (Autofokus funktioniert bei Sternen kaum) und auch die Belichtungszeit muss von Hand eingestellt werden können (Einstellung «B»). Für die Langzeitbelichtung empfiehlt es sich, mit einem Drahtauslöser zu arbeiten.

Die Schmidt-Kamera

Die Schmidt-Kamera ist eine um 1930 von B. SCHMIDT (1879-1935) entwickelte Bauart eines Spiegelteleskops. Mit Hilfe einer speziell geformten Korrektionsplatte aus Glas erzielt sie in Kombination mit einem grossen Öffnungsverhältnis ein grosses, komafreies Gesichtsfeld. Der Titel *«Ein lichtstarkes komafreies Spiegelsystem»* von SCHMIDTS einziger wissenschaftlicher Veröffentlichung (SCHMIDT war kein Wissenschaftler im engeren Sinne, sondern ein genialer Techniker) läßt nicht die enorme Bedeutung der in ihr beschriebenen Erfindung für die Astronomie erahnen. Sie erschien 1932 in den «Mitteilungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf», zwei Jahre, nachdem er einen 36-cm-Prototyp gebaut und die Hamburger Astronomen mit der Qualität der mit seinem Teleskop erhaltenen Bilder in Erstaunen versetzt hatte.

SCHMIDT hatte die Idee, für lichtstarke Weitfeld-Teleskope anstelle von Parabolspiegeln sphärische Spiegel (Kugelspiegel) einzusetzen. Er ging von der Überlegung aus, daß es bei Begrenzung des einfallenden Strahlenbündels durch eine im Krümmungsmittelpunkt des Spiegels angebrachte Öffnungsblende keine ausgezeichnete Achse gibt, da jede Einfallsrichtung durch den Krümmungsmittelpunkt gleichberechtigt ist. Dies bedeutet aber, daß auch keine Koma mehr auftritt. Es bleibt als Abbildungsfehler lediglich die sphärische Aberration, die aber für alle Einfallswinkel gleich groß ist. SCHMIDT hatte nun die geniale Idee, im Krümmungsmittelpunkt eine dünne, asphärisch geschliffene Korrektionsplatte aus Glas anzubringen, deren sphärische Aberration so bemessen wurde, daß sie die sphärische Aberration des Hauptspiegels genau kompensierte.

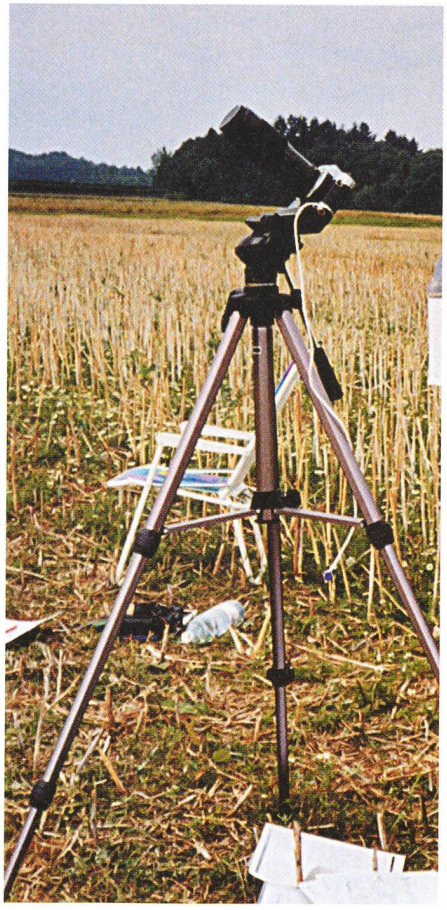
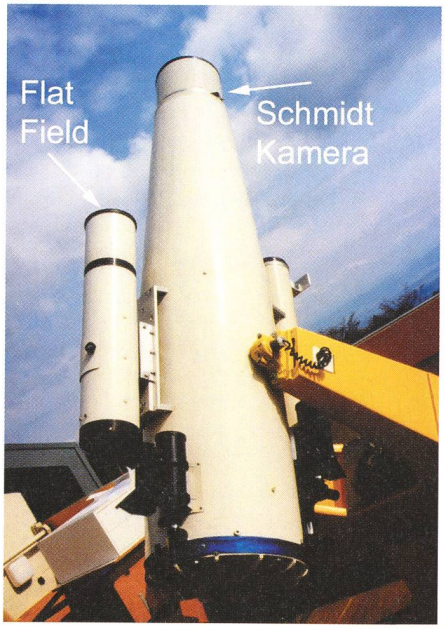


Fig. 9: Kamera mit Stativ.

Fig. 11: Grenchenberg Schmidt-Kamera, Brennweite 1000mm, Spiegeldurchmesser 400mm, Öffnung 300mm. Lichtenknecker Flatfield Brennweite 500mm, F/D = 1:3,5.



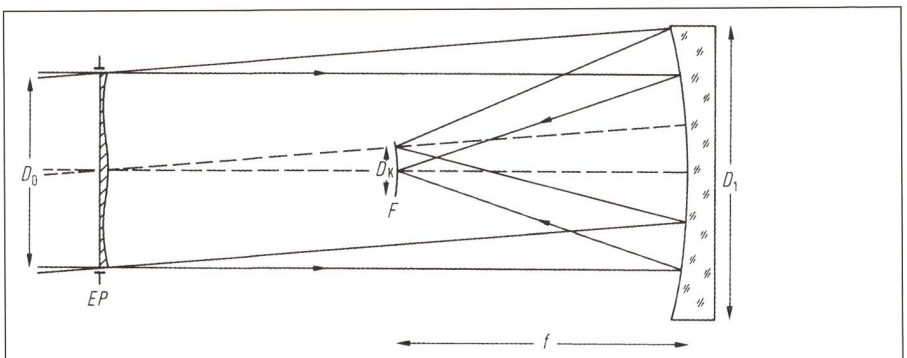


Abb. 20. Schmidt-Kamera (f/1,5). Freie Öffnung (Korrektor) D_0, Kugelspiegeldurchmesser D_1, Photokassetten-Durchmesser D_k, Bildfeldkrümmungsradius = $R/2 = f$; Deformation der Korrektions- (Schmidt-) Platte stark überhöht gezeichnet

Fig. 10: Prinzipieller Aufbau der Schmidt-Kamera

Das Flatfield-Objektiv

Das Flatfield-Objektiv ist eine nach dem Grundprinzip der Schmidt-Kamera arbeitende Astro-Kamera. Im Gegensatz zur Schmidt-Kamera liefert sie ein völlig ebenes Bildfeld (ohne Bildfeldwölbung). Sie ist deshalb als Teleobjektiv für eine normale Kamera geeignet.

Exkurs 2: Empfindlichkeit der Filme

Bei unseren Bildern von M42, M43 und Umgebung konnten wir feststellen, dass sich die verwendeten Filme sowohl in ihrem Verhalten bezüglich der Belichtungszeiten wie auch in der Veränderung der Farbe ganz wesentlich unterscheiden.

In diesem Zusammenhang sind vier Eigenschaften der Filme, welche sich gegenseitig beeinflussen, von Bedeutung.

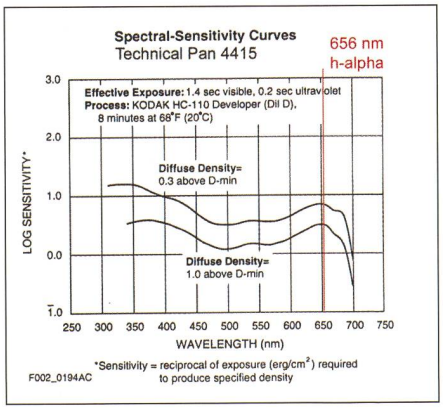
Empfindlichkeit

Die Empfindlichkeit des Filmes wird in «ASA» angegeben. Sie hilft uns, bei einer bestimmten Blendenzahl (Öffnungsverhältnis) für ein bestimmtes Objekt die «richtige» Belichtungszeit zu finden. Doppelte ASA-Zahl bedeutet die Hälfte der Belichtungszeit (Beispiel: 100 ASA mit 1 Sekunde belichtet ist identisch wie 200 ASA mit 0,5 Sekunden belichtet).
Wie wir aber bei unseren Astro-Aufnahmen sehen, gilt dies bei lang belichteten Aufnahmen von lichtschwachen Objekten nur bedingt. Die beste Schwarz-Weiss-Aufnahme erhielten wir ja bei 12 Minuten Belichtungszeit, während die Farbaufnahme (bei gleicher ASA-Zahl) fast drei mal länger exponiert werden musste. Auch waren bei den verwendeten Farbfilmen enorme Unterschiede zu bemerken. Irgendwas muss da wohl noch zusätzlich beachtet werden.

Spektrale Empfindlichkeit

Ja! Leider kommen bei der Astro-Fotografie ein paar unangenehme Eigenschaften der normalen Filme zum Vorschein.
Untersuchen wir das Angebot an Schwarz-Weiss-Filmen, so erkennen wir rasch, dass für die Astrofotografie nur der Kodak Technical Pan 2415, 4415 (Bild 12) geeignet ist. Er allein weißt auch im Bereich von 656 nm der Wasserstofflinie eine genügende Empfindlichkeit auf, um das wunderbar leuchtende Rot des Wasserstoffs abzubilden.
Bei den Farbfilmen, in unserem Fall Dia-Filmen, sieht die ganze Sache recht problematisch aus. Betrachten wir zum Beispiel die spektrale Empfindlichkeit des Kodak E100S (Bild 13), so stellen wir fest, dass seine Empfindlichkeit knapp oberhalb 650 nm steil abfällt. Nicht besser sieht es bei anderen Film-Typen aus. Verlässliche Angaben, ob der Film für Astrofotografie geeignet ist, lassen sich aus diesen Kurven nicht ableiten. Da hilft nur systematisches Ausprobieren, das leider in der Regel im Abstand von ein bis zwei Jahren wiederholt werden muss, da das Filmmaterial sehr oft geringfügig (meistens in der für uns falschen Richtung) verändert wird.

Fig. 12: Spektrale Empfindlichkeit des Kodak Technical Pan TP4415, TP2415.

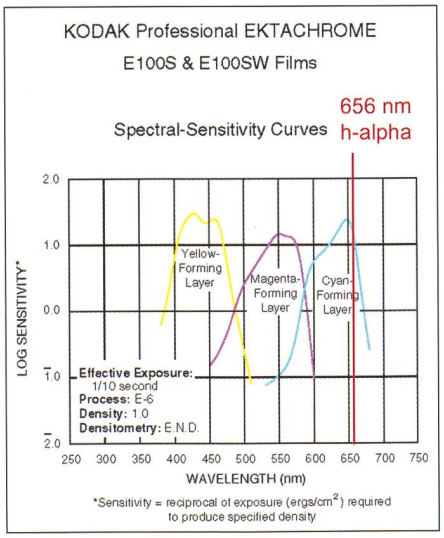


Die Schwärzungskurve

Was ist die Schwärzungskurve? Sie ist eine graphische Darstellung, welche die Zusammenhänge von Belichtung (log E * t auf der Abszisse) und Dichte (auf der Ordinate) aufzeigt und Filmcharakteristiken und Entwicklungseinflüsse verdeutlicht: A-B = Schleier; Grunddichte ohne Belichtung. B = Schwellwert, erste messbare Schwärzung über dem Schleier; B-C = Durchhang, Bereich der Unterbelichtung und Schattenzeichnung; C-D = geradliniger Teil, Bereich des korrekten Belichtungsumfanges; D-E = Schulter, Bereich der Lichterzeichnung und Überbelichtung; E = Scheitel oder maximale Dichte; E-F = Sättigung, Bereich der Schwärzungsabnahme; = Steigungswinkel; Gamma = tan oder Seitenverhältnis a : b. Als Gamma-Wert eines Films bezeichnet man seine Fähigkeit, Helligkeitsabstufungen des Objektes originalgetreu wiederzugeben. Gamma-Wert > 1 = kontrastreicher Film; Gamma-Wert = 1 = originalgetreue Wiedergabe der Helligkeitsabstufungen; Gamma-Wert <1 = weicher Film. In den meisten Fällen wird die Aufnahme in den Bereich des Teiles CD gelegt. Sind jedoch kontrastschwache Details vor einem gleichmässigen Hintergrund zu photographieren, so muss aus Gründen der optimalen Übertragungsfunktion im Bereich B-C gearbeitet werden.

Schauen wir uns die Datenblätter der verschiedenen Filme an, so fällt sofort auf, dass die Angabe der Filmempfindlichkeit nur für Aufnahmezeiten zwischen 1/1000 Sekunde bis zu 1 Sekunde (in Ausnahmefällen 10 Sekunden) garantiert wird. Bei einer grossen Anzahl von Filmen wird von längeren Belichtungszeiten abgeraten, da darüber hinaus vor allem bei Farbfilmen die Farbechtheit nicht mehr garantiert werden könne. Was mag der Grund dafür sein?

Fig. 13: Spektrale Empfindlichkeit des Kodak E100S.



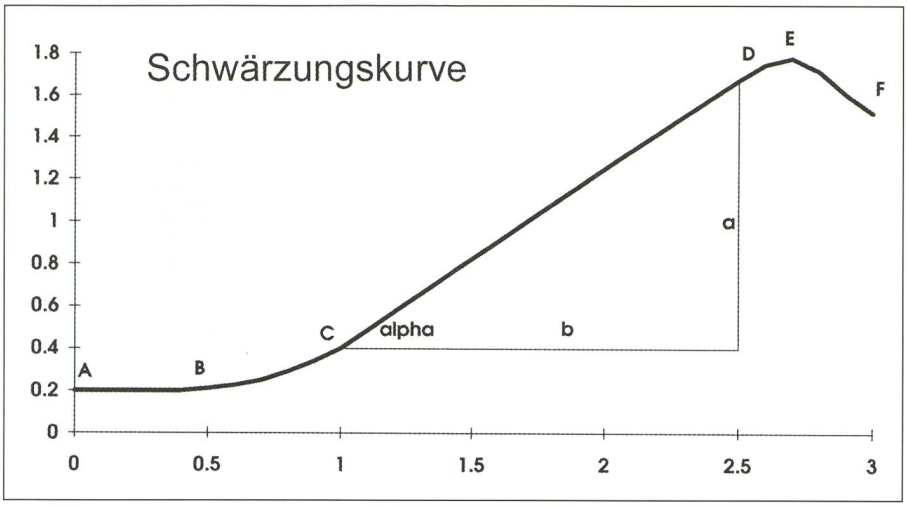


Fig. 14: Die Schwärzungskurve der Filme.

Der Schwarzschildeffekt

Als Reziprozitätsfehler oder Langzeitverhalten eines Films bezeichnet man die Tatsache, dass eine kurze Belichtungszeit und eine hohe Beleuchtungsstärke nicht dieselbe Schwärzung des Films ergeben, wie eine lange Belichtungszeit mit der entsprechenden geringen Beleuchtungsstärke. Nach dem Gesetz von Bunsen und Roscoe müsste dies der Fall sein. Der Astronom KARL SCHWARZSCHILD (nach ihm die Bezeichnung «Schwarzschild-Effekt») stellte 1899 fest: «je länger man belichtet, desto unempfindlicher wird die photographische Schicht». Der Effekt ist beim Film unter anderem abhängig von: Filmempfindlichkeit, Emulsion, Langzeitbereich, Temperatur bei der Belichtung. Filme können zur Verminderung des Schwarzschildeffektes optisch oder chemisch (Forminggas) behandelt werden. Diese sogenannte Hypersensibilisierung funktioniert bei Schwarz-Weiss- Filmen sehr gut. Bei Farbfilmen mit den drei Schichten Cyan, Magenta und Gelb ist eine Sensibilisierung sehr schwierig, wenn nicht gar ausgeschlossen. Zu unterschiedlich reagieren die 3 «Farbschichten» auf die Sensibilisierung. Das Resultat daraus sind sehr starke Farbfehler, und wir verzichten deshalb in der Jurasternwarte, bei Farbfilmen den Schwarzschildeffekt zu «beheben».

Fotos: HUGO JOST-HEDIGER, FRANZ CONRAD, Jurasternwarte Grenchen

HUGO JOST-HEDIGER
Jurasternwarte, CH-2540 Grenchen
email: jurasternwarte@bluewin.ch

Quellen

Herder Verlag, *Lexikon der Astronomie*, ISBN 3-451-21623-9
Springer Verlag, *Handbuch für Sternfreunde*
Kosmos Verlag, *Der grosse Kosmos Himelsführer*
Diverse Internet Quellen